

ADEPT III

Loppuraportti

ESIPUHE

ADEPT III hanke on julkisen liikenteen harjoittajien yhteenliittymä, joka oli päättänyt yhdessä selvittää ja tutkia olemassa olevien komikorttiratkaisujen toimivuutta omissa tuotantojärjestelmissään ja todellisilla matkustajilla. Tavoitteena oli tuottaa joukkoliikenteen harjoittajille ja muille järjestelmien rakentajille tietoa, joka tukee heidän strategisia päätöksiään ja teknologiavalintojaan varten silloin, kun he suunnittelevat kontakti/kontaktittomia kortteja tai laitteita olemassa olevaan toimintaympäristöönsä.

ADEPT III-hankkeen osanottajat (sopimusosapuolet) ja testikohteet ovat seuraavat:

- Suomen liikenne- ja viestintäministeriö;
- Oy Matkahuolto Ab testikohteenaan Tampereen seutuliikenne;
- Turun joukkoliikennetoimisto testikohteenaan Turun kaupunki- ja seutuliikenne;
- Department of the Environment, Transport and the Regions, Yhdistyneistä kuningaskunnista.

Työtä on liikenneministeriön puolesta valvonut yli-insinööri Seppo Öörni ja myöhemmin tarkastaja Harri Uusnäkki. Oy Matkahuolto Ab:n testikohdetta on johtanut projektipäällikkö Kari Nuolivirta ja Turun joukkoliikennetoimiston kohdetta hallintopäällikkö Pertti Heinonen. Työhön ovat näiden varsinaisten hankeosapuolten lisäksi osallistuneet Inter Marketing Oy ja Buscom Oy laitevalmistajina sekä projektin johtotehtävissä Traficon Oy:stä Ins. Caj Holm, DI Sanna Välimäki sekä raportin kokoajana DI Mari Päätaalo.

Tämä loppuraportti käsittää testikohteiden kuvaukset ja niiden tekniset raportit sekä Tampereen seutuliikenteen käyttäjätutkimuksen tulokset. Matkahuolto ei ole ajallaan toimittanut sovittua testikohteensa kuvausta, joten tätä käsittelevä kappale sisältää vain lyhyen yhteenvedon.

Helsingissä 30.4.2003

Harri Uusnäkki, tarkastaja

ESIPUHE

YHTEENVETO	9
1 JOHTOPÄÄTÖKSET	11
1.1 TURKU – PROJEKTIN ONNISTUMISEN ARVIOINTI	11
1.1.1 Yleistä.....	11
1.1.2 Projektin etenemisen arviointi.....	11
1.1.3 Lainsäädännölliset esteet	12
1.2 TAMPEREEN JOHTOPÄÄTÖKSET	12
2 HANKKEEN TAVOITTEET	14
2.1 HANKKEEN OSANOTTAJAT JA TESTIKOhteet	14
2.2 SUOMALAISTEN KOhteIDEN PÄÄTAVOITTEET	15
2.3 TURUN PÄÄTAVOITTEET JA OSALLISTUVAT TOIMIALAT	15
2.4 TURUN TAVOITTEET	16
2.5 TAMPEREEN TAVOITTEET	16
3 PROJEKTIN KULKU	17
3.1 TAUSTAA.....	17
3.2 KOMBIKORTTISELVITYS	17
3.3 KOhteIDEN YLEISKUVAUS	17
3.4 TURKU.....	18
3.4.1 Taustaa.....	18
3.4.2 Projektin toteutus	19
3.4.3 Turku mukaan ADEPT III-projektiin	19
3.4.4 Projektin valmistelu	20
3.4.5 Kortin toimittajan valinta.....	20
3.4.6 Järjestelmän luominen	22
3.4.7 Hinnoittelu	23
3.4.8 Turvallisuus ja yhteiskäyttöisyys.....	23
3.4.9 Projektin päätös	24
3.4.10 Jatkotoimenpiteet	25
3.5 MATKAHUOLLON TAMPEREEN KOhteEN KUVAUS	25
4 TAMPEREEN SEUDUN KÄYTTÄJÄTUTKIMUKSEN TULOKSET	27
4.1 YLEISTÄ	27
4.2 OTOSJOUKKO.....	27
4.3 JOUKKOLIIKENTEEN KÄYTTÖÄ KOSKEVAT KYSYMYKSET	27
4.4 MIELIPITEET UUDESTA KOMBIKORTISTA	30
4.4.1 Tiedonsaanti lähteet.....	32
4.5 KOMBIKORTIN VAIKUTUKSET.....	33
4.6 MIELUISIMMAT LISÄLATAUSPAIKAT.....	34
4.7 PARANNUSEHDOTUKSET LAAJEMPAAN KYSELYYN	34
5 TEKNINEN RAPORTTI.....	36
5.1 TURKU.....	36
5.1.1 Taustaa.....	36
5.1.2 Esivalinta	36
5.1.3 ISO 14443-4 standardi.....	37
5.1.4 Käytetty laitteisto	37
5.1.5 Lukijamoduulien testaus.....	38
5.1.6 Olemassa olevan laitteiston päivittäminen.....	39
5.1.7 Turvaratkaisut	41
5.1.8 Monisovelluskortin rakenne	41
5.1.9 Suoritusajan jakauma.....	42
5.1.10 Pilotti.....	44
5.2 MATKAHUOLTO TAMPERE.....	44
5.2.1 Yleistä.....	44
5.2.2 Teknologian kuvaus.....	45
5.2.3 Perusmaksujen keräysjärjestelmän kuvaus	45
5.2.4 Easyflex Kombikortti	46
5.2.5 Ajoneuvon sisäinen MTS-laitteisto	48

5.2.6	<i>MTS –Basic ohjelmiston kuvaus.....</i>	<i>49</i>
5.2.7	<i>MTS –korttilipun kuvaus</i>	<i>50</i>
5.2.8	<i>Alueellisten lippujen perustyytit</i>	<i>50</i>
5.2.9	<i>Myynti- ja matkatapahtumien selvitys.....</i>	<i>50</i>
5.2.10	<i>Kortin käyttö.....</i>	<i>50</i>
5.2.11	<i>Suorituskyvyn arviointi ja mittaukset</i>	<i>52</i>
5.2.12	<i>Kontaktikortin suorituskyky.....</i>	<i>52</i>
5.2.13	<i>Kontaktittoman kombikortin suorituskyky.....</i>	<i>52</i>
5.2.14	<i>Lipun voimaan saattamisen suorituskyvyn mittaus</i>	<i>53</i>
5.2.15	<i>Johtopäätöksiä ja opittua</i>	<i>55</i>
5.2.16	<i>Työryhmä</i>	<i>56</i>
6	LÄHDEAINEISTO	57

YHTEENVETO

Eurooppalaiset joukkoliikenteen maksujärjestelmien toteuttajat ja palveluiden tuottajat ovat lukuisissa kohteissa ottaneet käyttöön sekä kontaktillisen että kontaktittoman äly-kortin käyttöön perustuvia maksujärjestelmiä. Kaupunkiliikenteen maksujärjestelmät käyttävät pääasiassa kontaktittomia kortteja. Kontaktillisia kortteja käytetään lähinnä pitkämatkaisen liikenteen järjestelmissä ja järjestelmissä, joissa turvallisuus on ollut merkittävä huomioon otettava tekijä.

Molemmilla korttityypeillä on joukkoliikennekäytössä omat etunsa ja haittansa. Adept III-hankkeessa etsittiin ratkaisuja, jotka antaisivat yhdistettynä mahdollisimman paljon kummankin korttityypin eduista. Kontaktikorttien käyttäjät tarvitsevat kaupunkiliikennekäyttöön kontaktittoman kortin lyhyttä maksuaikaa. Kontaktittomien korttien käyttäjät taas haluavat yhteistyömahdollisuutta sellaisten toimijoiden kanssa, jotka suosivat kontaktiliittymää.

Hankkeen alussa oli tiedossa kaksi teknistä ratkaisua, jotka mahdollistavat sekä kontaktillisen että kontaktittoman toiminnan. Sellaisia ratkaisuja, jossa kontaktillinen kortti työnnetään erilliseen ”tuppeen”, joka mahdollistaa kontaktittoman toiminnan oli jo käytössä ja uusia suunnitteilla. Kortteja, joilla on yksi siru ja sille molemmat liittymät ja joita yleisesti nimitetään kombikorteiksi tai dual interface -korteiksi, oli kehitteillä ja merkittävimmät eurooppalaiset korttivalmistajat olivat ilmoittaneet julkistavansa niitä kaupallisesti vuoden 1997 lopulla.

ADEPT III hanke oli päättänyt yhdessä selvittää ja tutkia olemassa olevien kombiratkaisujen toimivuutta omissa tuotantojärjestelmissään ja todellisilla matkustajilla. Tavoitteena oli tuottaa joukkoliikenteen harjoittajille ja muille järjestelmien rakentajille tietoa, joka tukee heidän strategisia päätöksiään ja teknologiavalintojaan varten silloin, kun he suunnittelevat kontakti/kontaktittomia kortteja tai laitteita olemassa olevaan toimintaympäristöönsä.

Hankkeen osapuolet Liikenne- ja viestintäministeriön lisäksi olivat Oy Matkahuolto Ab, Turun joukkoliikennetoimisto ja Yhdistyneiden kuningaskuntien Department of the Environment, Transport and the Regions. Buscom Oy ja Intemarketing Oy osallistuivat hankkeeseen testikohteiden järjestelmätoimittajina. Adept III:n kuului myös tekninen ryhmä, jossa oli laitetoimittajien lisäksi edustajat Oy:stä ja Automatia Oy:stä. Traficon Oy on liikenneministeriön toimeksiannosta koordinoanut työtä. TT Valtionpalvelut Oy teki hankkeen alussa LVM:n toimeksiannosta kombikorttiselvityksen ja Newcastle'n yliopisto on DETR:n alihankkijana hoitanut hankkeen tiedotustehtävät.

Hanke alkoi kombikorttitutkimuksella, jossa kartoitettiin kaupallisesti saatavilla olevat kombikortit. Matkahuolto ja Turun joukkoliikennetoimisto valitsivat tämän selvityksen pohjalta heille parhaiten sopivat kortit. Matkahuollon kohde eteni suunnitelmien mukaisesti ripeästi kokeiluvaiheeseen ja sen jälkeen korttien yleiseen käyttöönottoon. Käyttäjätutkimukset tehtiin kahdessa vaiheessa ensin koululaisille ja sitten otokselle tavallisia käyttäjiä. Tampereen seutuliikenteen kokemukset ovat olleet niin positiivisia, että Matkahuolto on päättänyt asteittain laajentaa kombikortin käyttöä koko maahan.

Turun joukkoliikennetoimiston tavoitteet olivat paljon haasteellisemmat. He tavoittelivat ratkaisua, joka mahdollistaisi joukkoliikennelippujen lataamisen pankkiautomaateilla. Tätä varten kehitettiin uusi kausilippu. Samalla Turku etsi sellaista kortinlukijamoduulia, joka pystysi lukemaan sekä A- että B-tyypin kortteja. Valitun kortin toimitus viivytti alkuun hanketta. Myös A+B lukijamoduulin hankinta viivytti Turun hanketta. Lukijamoduulin toimitusaikataulu ei pitänyt, kertaalleen valitun moduulin tuotekehitys keskeytettiin ja jopa oman lukijamoduulin kehittämistä harkittiin. Tämänkaltaisista ulkoisista syistä johtuen koko Turun testikohde myöhästyi niin paljon, että käyttäjätutkimuksia ei saatu tehtyä hankkeen aikana.

Koko hankkeen yhteenvedona voidaan todeta, että kombikortin käyttöönotto olemassa olevissa tuotantojärjestelmissä on sujunut joustavasti ilman huomattavampia teknisiä tai hallinnollisia ongelmia. Turun testikohde myöhästyi vaativampien tavoitteidensa takia kortti ja laitetoimittajista johtuvista syistä. Tampereen seutuliikenteen matkustajat ovat olleet erittäin tyytyväisiä uuteen korttiin. Kombikortin voidaan hankkeen perusteella arvioida olevan teknisesti kypsän käyttöön otettavaksi ja tukevan sellaisia monisovellusjärjestelmiä, joissa palveluntuottajilla on käytössä erityyppisiä kontakti- ja etäkortinlukijoita.

1 JOHTOPÄÄTÖKSET

1.1 Turku – projektin onnistumisen arviointi

1.1.1 Yleistä

Kokonaisvaltaista projektin arviointia on vielä vaikea tehdä, koska projekti on edelleen etenemässä ja varsinainen järjestelmän käyttöönotto ajoittuu vuodelle 2003. Tosin itse kombikortit ja varsinkin niitä varten hankitut kortin lukijalaitteet ovat pääosin käyttövalmiit. Näin projektia arvioitaessa ennen varsinaista laajamittaista käyttöönottoa, joutuu muodostamaan käsityksen hankkeen valmisteluun ja lähinnä toimistotestaukseen liittyvien kokemusten perusteella.

Raportin alussa mainittujen Turun asettamien hanketavoitteiden toteutuminen tuntuu täysin mahdolliselta. Vaikka järjestelmä on vasta ensimmäisessä vaiheessaan, niin itse palveluun ja automaatioon perustuva korttiratkaisu on syntynyt ja yhteistyö siinä mukana olevien monialaisten yritysten kanssa on osoittautunut mahdolliseksi.

Lisäksi tekninen kehitystyö on selkeästi osoittanut sen mahdolliseksi, että kaupunki voi palvelutuotannossaan kehittää monisovelteista maksupalvelukorttia eri palvelutarjontojen maksuvälineeksi.

1.1.2 Projektin etenemisen arviointi

Aikataulun suhteen voidaan todeta, että tavoitteellinen toteuttamisaikataulu oli aivan liian optimistinen todellisuuteen verrattuna. Tämä ei sinällään ole uutta silloin, kun puhutaan älykorttipohjaisista maksusovellusratkaisuista. Viiveet järjestelmien kehittämisissä ovat hyvin yleisiä jopa maailmanlaajuisesti. Realismia, jopa liiallistakin syntyi kuitenkin jo projektin alussa, kun kombikortin saatavuus selvitettiin tutkimuksella ja oli nähtävissä, että kortteja on jo tarjolla tai ainakin lähellä tuotantoa. Näin ei sitten kuitenkaan ollut.

Järjestelmälle asetetut tekniset ja yhteiskäyttöön liittyvät vaatimukset yhdessä monisoveltuvuusvaatimusten kanssa tuottivat koko projektin aikana enemmän tai vähemmän hankaluuksia. Täytyy kuitenkin todeta, että aika on tehnyt tehtävänsä tässäkin suhteessa, sillä yleinen kiinnostus tällaista monisovelteista A + B -lukumahdollisuuden omaavaa korttijärjestelmää kohtaan on kasvanut merkittävästi, jopa maailmanlaajuisesti. Alan kirjoituksia ja konferensseja jonkin verran seuranneena voin todeta, että kombikorttijärjestelmistä ollaan kiinnostuneita ja niitä ollaan valmiita perustamaan. Myös laite- ja kortinvalmistajat ovat niitä valmiita tarjoamaan.

Ehkä vaikeimmaksi koetinkiveksi tässä projektissa Turun osalta osoittautui etä-lukulaitteeseen sisältyvän A + B -tyyppisen lukijamoduulin teollisen valmistuksen puuttuminen. Tämä myös aiheutti suurimman viiveen hankkeessamme.

Uudentyyppinen kortti, sen sisältö ja sen asettamat ulkoiset vaatimukset edellyttivät kortin lukulaitteelta aivan uusia ominaisuuksia, joita ilman perusteellista

tuotekehittelyä ei ollut mahdollista toteuttaa. Tämä tarkoitti Turun osalta sitä, että kaikkiin busseihimme hankittiin Buscom Oy:ltä uudet lukijalaitteet.

Mitä tulee itse korttiin ja siihen liittyvään Avant- kukkarojärjestelmään, niin kortin käyttöön suhteen joudutaan vielä tekemään kompromisseja. Niin pitkää käyttöikää kuin tällä hetkellä on Turun etäkorteilla, ei kombikorteille voida asettaa. Kontakti/kontaktiton kortti on myös haavoittuvampi pelkkään etälukukorttiin verrattuna.

Turussa päädyttiin siihen, että uuden kombikortti-järjestelmän lisäksi käyttöön otetaan halvempia pelkän etälukuominaisuuden omaavia matkakortteja.

Vuoden 2002 syksyn aikana hankittiin ranskalaiselta Schlumberger Oy:ltä noin 100 kappaleen erä tällaisia kortteja kokeilutarkoitukseen.

ADEPT III -hankkeen yhteisessä hankeraportissa tullaan tarkemmin selostamaan, miten projekti on kokonaisvaltaisesti onnistunut ja näin varaan Turun raportin osalta mahdollisuuden myös muiden osapuolten täydentää kokemuksiaan Turun osalta.

1.1.3 Lainsäädännölliset esteet

Projektin aikana ei jouduttu muuttamaan suunnitelmia tai hankkeen toteutusta lainsäädännöllisten esteiden takia. Turun kohde joutui selvittämään sosiaaliturvatunnuksen käyttöä, rekisteritietojen käyttöä (henkilötietoja ja kortin numeroa ei saa yhdistää), informaation jakamista joka talouteen sekä ALV-ongelmia. Kaikissa näissä päädyttiin positiiviseen ratkaisuun.

1.2 Tampereen johtopäätökset

Projekti toteutettiin suunnitelmien mukaisesti vuoden 1998 aikana. Matkahuollon Tampere kombikortin pilotti kehitettiin, testattiin ja otettiin käyttöön erittäin hyvin tuloksin. Kaikki tärkeimmät tavoitteet saavutettiin.

400 Easyflex -kombikortti mahdollistaa sekä lähi- että kontaktikäytön. Kortti valittiin matkustuskäyttöön tuotantoympäristössä vuoden 1998 lopussa. Testin tarkoituksena oli määritellä kombikortin tekninen ja toiminnallinen soveltuvuus ja kortin valmius ennen kortin täyden mittakaavan käyttöönottoa.

Suurin haaste oli ottaa käyttöön olemassa oleva Matkahuollon kontaktilippu valittuun Easyflex -kombikorttiin ja samalla säilyttää kontaktittomassa lipussa tarvittava turvallisuus- ja nopeustaso. Nämä tavoitteet saavutettiin MTS-järjestelmän moniajo-ominaisuuden ja hyväksi todistetun kontaktittoman ISO14443A Mifare-teknologian avulla.

Kaikki tavoitteet saavutettiin turvallisuutta vaarantamatta. Toiminnon nopeus ja suorituskyky mahdollisti nopeammat toiminnot. Kontaktillinen toimintonopeus on 2-3 sekuntia, kun kontaktiton toimintonopeus on 0,5-1,0 sekuntia kortin näyttöaika mukaan luettuna.

Luotettavuus ja turvallisuus ylläpidettiin olemassa olevan järjestelmän tasolla nopean ja varman Mifare kontaktiton korttijärjestelmällä.

Tämä pilotti ei esitellyt uusia lipputuotteita. Tavoitteena oli mahdollistaa kaikkien Matkahuollon maksuna hyväksyttävien lipputuotteiden käyttö liikennöitsijöiden busseissa.

Matkahuollon Tampereen onnistui Mifare-teknologian ja hyvän turvallisuussuunnittelun ansiosta. Pilotin tuloksen ovat osoittaneet, että tavoitteiden asettelulla olemassa olevalle kontaktikortille soveltuvuudelle oli mahdollista saavuttaa tavoiteltava suorituskyky.

2 HANKKEEN TAVOITTEET

ADEPT III hankkeen päätavoitteet olivat:

- tehdä eurooppalaiset älykorttivalmistajat kattava selvitys, jonka tarkoituksena on selvittää kaupallisesti saatavilla olevat kombikorttityypit, joista kohteet voivat valita hankkeessa käyttämänsä kortit;
- selvittää ja tutkia kombikorttitekniikan ja mahdollisesti muiden uusien teknologioiden käyttöä olemassa olevissa joukkoliikennejärjestelmissä, taksijärjestelmissä, näiden ketjutetuissa palveluissa sekä yhteistyön pankkien kanssa sekä
- tiedottaa hankkeen tuloksista joukkoliikenne- ja muita maksujärjestelmäoperaattoreille, jotta tuettaisiin heitä toteutusstrategioiden ja teknologian valinnoissa.

Kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää koeryhmän mielipiteitä uudesta kombikortista muutamalla kysymyksellä

2.1 Hankkeen osanottajat ja testikohteet

ADEPT III-hankkeen osanottajat (sopimusosapuolet) ja testikohteet ovat seuraavat:

- Suomen liikenneministeriö;
- Oy Matkahuolto Ab Suomesta testikohteenaan Tampereen seutuliikenne;
- Turun joukkoliikennetoimisto Suomesta testikohteenaan Turun kaupunki- ja seutuliikenne;
- Department of the Environment, Transport and the Regions, Yhdistyneistä kuningaskunnista.

Kummassakin testikohteessa organisoidaan paikalliset hankeryhmät paikallisten sopimusten perusteella. Näihin hankeryhmiin kuuluu edellä mainittujen sopimusosapuolten lisäksi muun muassa:

Tampereen testikohteessa:

- Tampereen seutuliikenteen liikennöitsijät
- Tampereen kaupungin sosiaalivirasto
- Tampereen liikennelaitos
- Tampereen taksiyhdistys
- Inter Marketing Oy

Turun testikohteessa:

- Automatia Rahakortit Oy
- Turun taksiyhdistys
- Matkahuollon Turun toimipiste
- Turun kaupunkisuunnitteluvirasto
- Buscom Oy
- Traficon Oy

Osapuolet nimittävät Traficon Oy:n projektinjohtotehtäviin ja valmistelemaan hankkeen tutkimus- ja arviointisuunnitelmaa. John Polak Imperial College of Londonista toimii asiantuntijana jälkimmäiseen tehtävässä. Hanke nimittää lisäksi Newcastle upon Tynen yliopiston Transport

2.2 Suomalaisen kohteiden päätavoitteet

Kohteiden päätavoitteena on arvioida ja tutkia kombikorttitekniikan käyttöä nykyisissä joukkoliikenteen maksujärjestelmissä, taksijärjestelmissä, näiden ketjutetuissa palveluissa sekä yhteistyössä pankkien kanssa. Päätehtävät ovat:

- etsiä markkinoilta kaupallisesti saatavilla olevat kombikorttityypit, joista kohteet valitsevat kumpikin kokeilukorttinsa;
- arvioida ja tutkia kummassakin kohteessa valitun kombikortin käyttöä nykyisissä joukkoliikennesovelluksissa käyttäen ryhmää todellisia matkustajia sekä
- arvioida ja tutkia arvon lataamista kombikortteille pankkien automaateista sekä kotitietokoneen avulla käyttäen ryhmää todellisia turkulaisia matkustajia.

Kohteet toteuttavat järjestelmänsä niin, että ne mahdollistavat seutulippujen käytön kummassakin kohteessa kaikissa linja-autoissa koko seutulippualueella. Kohteiden kortinlukijat lukevat standardin ISO 14 443 sekä A että B tyyppisiä kortteja.

2.3 Turun päätavoitteet ja osallistuvat toimialat

Turun kohteen tarkoituksena on tutkia ja testata todellisessa käyttöympäristössä ja todellisilla käyttäjillä uutta älykorttitekniikkaa ja seuraavan sukupolven älykortteja, ns. kombikortteja. Kombikortin on odotettu olevan luotettava, käytännöllinen ja taloudellinen monikäyttökortti.

Toisena tavoitteena on koota kokemusta ja tietotaitoa pilottitestistä, jotta voitaisiin laajentaa kortin käytön maantieteellistä aluetta. Muut eurooppalaiset kaupungit voivat hyödyntää kaikkea hankittua kokemusta ja tietotaitoa.

Osallistuvat toimialat:

1. Turun kaupunkiliikenne ja seutuliikenne
2. korttien uudelleenlataus pankkiautomaateissa
3. museo- ja liikuntatoimi
4. pysäköinti
5. taksijärjestelmät.

2.4 Turun tavoitteet

Turun ADEPT III -projektille asettamat tavoitteet ovat seuraavat:

- Yhteiskäyttöisyyskortti, jonka ensisijainen käyttö järjestelmää luotaessa on seutu-, lähi- ja paikallisliikenne.
- Lisäksi kortilla tulee myöhemmin voida maksaa pysäköinnistä, vapaa-aikatoimista, museoiden sisäänpääsystä ja taksipalveluista.
- Korttijärjestelmän tulee olla sellainen, että kortin haltija voi ladata korttia mahdollisimman joustavasti ja että latauspaikkoja tulee olla kattavasti huomioiden koko järjestelmän fyysisen käyttöalueen.
- Käyttöönotettavan älykortin tulee olla luotettava, käytännöllinen ja taloudellisesti kannattava monisovellutuskortti.
- Kortin ja korttijärjestelmän tulee olla hinnaltaan sellainen, että järjestelmän investoinnit ja ylläpito ovat taloudellisesti kannattavia.
- Teknisen kehitystyön ja pilottitestien onnistuttua tulee korttijärjestelmän toimintoja voida laajentaa kaupunkikorttimaiseksi ja myöhemmin laajentaa toimintakenttää myös muualle Eurooppaan.

2.5 Tampereen tavoitteet

Adept-III Tampereen alueen kombikorttiprojekti on tärkeä koeympäristö pyrittäessä saamaan hyödyllisiä käyttökokemuksia joukkoliikenteen älykorttijärjestelmien yhteistoiminnallisuudesta sekä muiden korttisovellusten yhteiskäyttöisyydestä.

Matkahuollon Tampereen alueen kombikorttipilotin tarkoitus on hyödyntää kontaktillisten valtakunnallisessa joukkoliikennekäytössä olevien älykorttilaitteiden yhteiskäyttöä sekä testata olemassa olevia lipputuotteita kombikortin nopeamman etäteknikalla. Pilottiprojektia on tarkoitus myöhemmin laajentaa maantieteellisesti sekä ottaa käyttöön uusia yhteiskäyttöisiä sovelluksia, joihin kombikortti on odotettu ratkaisu.

Projektin rahoitus ja valtionapu haetaan osana Adept-III hanketta.

3 PROJEKTIN KULKU

3.1 Taustaa

ADEPT III hankkeeseen kuuluu kaksi kohdetta: Oy Matkahuolto Ab:n Tampereen seutuliikenteen maksujärjestelmä ja Turun joukkoliikennetoimiston kaupunkiliikenteen maksujärjestelmä. Kummallakin kohteella on älykorttiin perustuvat maksujärjestelmät. Matkahuolto käyttää kontakti- ja Turun kaupunkiliikenne etälukukorttia.

Oy Matkahuolto Ab palvelee noin 400 yksityistä linja-autoyhtiötä, jotka hoitavat pitkämatkaista liikennettä eri puolilla Suomea ja kaupunkiliikennettä joissain kaupungeissa. Matkahuolto ja sen osakkeenomistajina olevat yhtiöt hoitavat päivittäin noin 40.000 linja-autovuoroa kokonaisreittipituuden ollessa 66.000 kilometriä. Matkahuollon maksujärjestelmällä on nykyään noin 300.000 kortinhaltijaa ja noin 5.000 ajoneuvoa on varustettu ajoneuvolaittein.

Turun joukkoliikennetoimisto on ottanut käyttöön kaupunkiliikenteen maksujärjestelmänsä vuonna 1996. Järjestelmään kuuluu 210 ajoneuvoa ja nykyisellään yli 80.000 aktiivista kortinhaltijaa. Joukkoliikennetoimisto ostaa joukkoliikennepalvelut useilta palveluntuottajilta. Kokonaisreittipituus on 920 kilometriä, vuotuinen matkustajamäärä yli 20 miljoonaa matkustajaa ja vuotuinen ajosuorite yli 10 miljoonaa kilometriä. Yksityiset linja-autoyhtiöt palvelevat seutuliikennettä.

3.2 Kombikorttiselvitys

Kombikorttiselvityksen tarkoituksena oli löytää markkinoilta ainakin kaksi kaupallisesti saatavissa olevaa kombikorttia. Arviointiin käytettiin seuraavia kriteerejä:

- säännöllisessä teollisessa tuotannossa olevien korttien määrä;
- tuotannossa olevien korttien virhetaajuus ja
- hinta.

Kohteet valitsevat kumpikin korttinsa hyväksyttävien joukosta. Matkahuolto valitsi korttinsa Tampereen kohteeseen syksyllä 1998 ja Turku 1999. Kohteet arvioivat ja tutkivat tämän jälkeen valitsemansa kortin käyttöä todelliseen joukkoliikenteeseen tarkoitukseen valitulla todellisten käyttäjien ryhmällä.

3.3 Kohteiden yleiskuvaus

Tampereen seutu, Matkahuollon järjestelmän kokeilukohde, sijaitsee noin 170 kilometriä Helsingistä pohjoiseen. Tampereen kaupungissa on 185.000 asukasta ja seudulla yhteensä noin 250.000 asukasta. Matkahuolto toimii Tampereen seutuliikenteen maksujärjestelmäoperaattorina ja selvittäjänä. Tampereen kaupunkiliikennettä hoitaa Tampereen liikennelaitos, jolla on 165 linja-autoa ja etälukukorttiin perustuva maksujärjestelmä, jolla on yli 110.000 käyttäjää. Liikennelaitos, seudulliset liikennöitsijät ja Matkahuolto ovat allekirjoittaneet seutuliiikennesopimuksen

Turku sijaitsee noin 160 kilometriä länteen Helsingistä. Kaupungin asukasluku on 170 000. Seudun kokonaisasukasmäärä, johon kuuluu itse kaupunki ja sen kolme naapurikaupunkia Kaarina, Raisio ja Naantali sekä Liedon kunta, on yli 250 000.

Järjestelmien toteuttajat, Oy Matkahuolto Ab ja Turun joukkoliikennetoimisto, ovat suunnitelleet ottaa käyttöön kombikortin, kun niitä on kaupallisesti saatavilla.

Matkahuolto haluaa kombikorttia:

- seudulliseen sopimusliikenteeseen;
- nopeampiin maksuihin kaupunkiliikenteessä.

Turku haluaa kombikorttia:

- kaupunki- ja seutuliikenteeseen;
- voidakseen tarjota mahdollisuuden korttien lataamiseen pankkiautomaateissa;
- mahdollistaakseen erityslipputuotteiden myynnin palvelupisteissä, joissa on vain kontaktikortin käsittelyyn tarvittavat laitteet sekä
- sellaisten monisovellusjärjestelmän toteuttamiseen, jossa palveluja käytetään sekä kontakti- että etälukuliittymän kautta.

Järjestelmän käyttöönotto, arvioinnit ja tutkimukset toteutetaan kummassakin kohteessa tarvittavan sovitusta ja testausvaiheen jälkeen. Kumpikin kohde toteuttaa tutkimuksensa yhtenäisen ADEPT III arviointi- ja tutkimussuunnitelman mukaisesti.

3.4 Turku

3.4.1 Taustaa

Turussa on noin 170.000 asukasta. Turun kaupungin paikallisliikenteen suunnittelusta ja kehittämisestä vastaa joukkoliikennelautakunta alaisenaan joukkoliikennetoimisto (JLT). Koko kaupungin sisäinen liikenne on kaupungin tukemaa. Kaupungin maksama tuki oli vuonna 1998 38% JLT:n liikevaihdosta. Kaupunki ostaa liikennepalvelut liikennöitsijöiltä ja pitää lipputulot. Paikallisliikenteen kilpailuttaminen on aloitettu vaiheittain vuonna 1998 ja se kilpailutetaan kokonaisuudessaan vuoteen 2000 mennessä. Ostoliikenteen osuus vuonna 1998 oli n. 127,7 Mmk.

Turussa otettiin älykorttipohjainen joukkoliikenteen maksujärjestelmä käyttöön vuosien 1996-97 aikana. Rahastuslaitteet ja älykortinlukijat on asennettu noin 210 paikallisliikenteen linja-autoon. Paikallisliikennettä harjoittaa Turun liikennelaitos sekä usea yksityinen liikennöitsijä. Yksityisten liikennöitsijöiden asioita hoitaa toistaiseksi Turun Linja-autoilijain Osakeyhtiö, jonka toiminta puretaan

vuoteen 2000 mennessä. Älykortti käy maksuvälineenä kaikissa paikallisliikennettä harjoittavien liikennöitsijöiden autoissa.

Käytössä oleva älykortti on etäluettava. Kortit myydään ja alustetaan kaupungin omasta palvelupisteestä sekä Tavaratalo Wiklundin ja neljästä Veikkausrastin myyntipisteestä. Lisälataukset tehdään edellisten lisäksi kaikissa paikallisliikenteen linja-autoissa. Lipputuotteina ovat erilaiset arvo- ja kausikortit sekä erikoiskortit. Seutulippu tulee käyttöön vuoden 1999 lopulla. Lipputulosten clearauksen hoitaa JLT, jolle liikennöitsijät lähettävät rahastuslaitteille kertyneet maksutapahtumat omilta varikoiltaan.

3.4.2 Projektin toteutus

Projektin tavoitteet voidaan joukkoliikennetoimiston mielestä parhaiten toteuttaa olemassa olevaa pankkiautomaatioverkostoa hyväksikäyttäen.

Pankkiautomaattiverkoston laajuus taannee sen, että kortin käyttäjän on helppo löytää latauspaikka ja samalla on mahdollisuus yhdistää älykortin lataaminen ja muu mahdollinen pankkitoiminta samaan asiointimatkaan.

Edellä mainitun johdosta tulee käyttöönotetun järjestelmän olla sellainen, että siihen kuuluvaa korttia voidaan ladata tavallisissa pankkiautomaateissa ja myöhemmin mahdollisesti koti PC:llä.

Ensivaiheessa pilottitestaukseen kuuluvana toteutetaan pankkiautomaattilataus siten, että asiakas sirullista pankkikorttia todistekorttina käyttäen voi ladata tilittään automaattiin asetettuun kombikorttiin lisää arvoa.

Pilottikokeilussa maksukorttia käytetään ensi vaiheessa ainoastaan paikallisliikenteessä paikallisliikenteen matkojen maksamiseen ja myöhemmin seutuliikenteessä sen matkojen maksamiseen. Mahdollinen muu laajeneminen toteutetaan edellyttäen, että edellä mainitut kokeiluvaiheet sujuvat hyvin.

3.4.3 Turku mukaan ADEPT III-projektiin

Valitsemansa strategian perusteella oli Turku etsinyt vaihtoehtoisia ratkaisuja ja yhteistyökumppaneita kehittämään järjestelmää, jolla mahdollistetaan automaatioon perustuvan monnisovellus-kaupunkikortin luominen.

Eräänä vaihtoehtoisena ratkaisuna tutkittiin myös ns. hybridikortin käyttöönottoa. Tämä vaihtoehto tuli kuitenkin hylätyksi melko nopeasti, sillä todettiin, että tällaisen kortin varaan ei tulevaisuutta kannata rakentaa, sillä kehittyneempiä ratkaisuja löytyi jo älykorttimarkkinoilta. Kombikortti tai dual interface -toimikortti osoittautuivat myöhemmin Turun ratkaisuna olevan järkevimmäksi vaihtoehdoksi.

Liikenne- ja viestintäministeriön toimesta tutkittiin myös mahdollisuutta jatkaa ADEPT II -projektia EU:n tukemana projektina, mutta hakemuksen tultua hylätyksi, tuotiin keskusteluihin kansallisesti tuettu vaihtoehto.

Lopullinen ratkaisu Turun pilottikohteen osalta löytyi lopulta Suomen liikenne- ja viestintäministeriön kokoamasta ja organisoimasta projektista, jonka työnimenä on ADEPT III. Liikenneministeriön hankkeessa ovat mukana myös Oy Matkahuolto Ab testikohteenaan Tampereen seutuliikenne ja Turun joukkoliikennetoimisto testikohteenaan Turun kaupunki- ja seutuliikenne sekä Englannin ympäristö-, seutu- ja liikenneministeriö (Department of the Environment, Transport and the Regions DETR) kohteenaan edellä mainittujen testikohteiden arviointi ja niistä tiedottaminen.

3.4.4 Projektin valmistelu

ADEPT III -projektin osallistumisen valmistelu aloitettiin 6.11.1997 liikenne- ja viestintäministeriön kutsumassa ja ministeriössä pidetyssä kokouksessa. Kokouksessa päätettiin, että liikenne- ja viestintäministeriön edustajan lisäksi pilottikohteet nimeävät edustajansa ADEPT III johtoryhmään. Lisäksi todettiin, että projektin johtoryhmään voi osallistua myös Englannin ympäristö-, seutu- ja liikenneministeriön edustaja. Lisäksi todettiin, että johtoryhmän raportit kirjoitetaan suomeksi ja tarvittaessa myös englanniksi. Hankkeen konsulttina toimi Traficon Oy.

Ensimmäinen projektin kannalta oleellinen selvitystyö tilattiin TT Valtion palvelut Oy:ltä, joka teki teknologian selvityksen kombikorttien saatavuudesta. Työ suoritettiin ensimmäisen vuosineljänneksen aikana 1998.

Pertti Heinonen osallistui 24.- 26.6.1998 pidettyyn Kontiki-konferenssiin, jossa hän esitelmöi aiheena ”Turun etälukuun perustuva korttijärjestelmä ja sen tulevaisuuteen liittyvä ADEPT III -projekti”.

Turun kaupungin joukkoliikennelautakunta päätti 22.10.1998 hyväksyä ADEPT III Turku -osion käynnistämisen ja siihen valtionavun hakemisen. Myönteinen päätös valtionavusta tehtiin 24.2.1999.

23.10.1998 ADEPT III johtoryhmä oli yksimielinen siitä, että projektissa toteutetaan järjestelmien yhteensopivuus. Yhteensopivuusperiaatteet sovittiin kirjattavaksi myös työohjelmaan.

Myöhemmin eli 27.10.1998 kirjattiin johtoryhmän nimeämän laitetoimittajan edustajista ja konsultin edustajasta muodostetussa teknisessä työryhmässä seuraava yhteiskäyttöisyysperiaate:

”ADEPT III:ssa yhteiskäyttöisyys toteutuu pilotin laajennusosassa, jossa Tampereen seutulippu käy maksuvälineenä Buscom Oy:n laitteissa Tampereen alueella ja Turun Avant-pohjainen kombikortti käy maksuvälineenä Inter Marketingin laitteissa Turun alueella.”

3.4.5 Kortin toimittajan valinta

Turun kaupungin joukkoliikennelautakunta päätti 13.12.1998 oikeuttaa Turun joukkoliikennetoimiston solmimaan esisopimuksen Avant-korttirahan ja kombikortin käyttöönotosta Turun joukkoliikenteessä.

Järjestelmän turvaominaisuuksia on käsitelty niin johtoryhmässä kuin myös sen alaisessa teknisessä ryhmässä.

20.1.1999 johtoryhmä totesi, että yhteistä turvamoduulia ei ainakaan tässä vaiheessa voida käyttää Turussa eikä Tampereella. Turun pilottikohteessa tultaneen käyttämään Avantin turvamoduuleja. Tavoitteena kuitenkin on, että yhteiskäyttöistä turvamoduulia käytetään tulevaisuudessa molemmissa pilottikohteissa.

Joukkoliikennetoimisto käynnisti kombikortin hankkimiseksi tarjouskilpailun neuvottelumenettelyllä tammikuussa 1999.

Kortin vaatimuksiin kuului oleellisesti kaksi tärkeää seikkaa:

- Käyttöön otettavan älykortin tulee olla luotettava, käytännöllinen ja taloudellinen monikäyttökortti.
- Kortin ja korttijärjestelmän hintojen tulee olla sellaiset, että järjestelmän investoinnit ja sen ylläpito on taloudellisesti kannattavaa.

Lisäksi kombikortille asetettiin eräitä taloudellisia ja teknillisiä vaatimuksia, joista eräs tärkeimmistä oli, että AVANT-elektroninen kukkaro-ominaisuus on oleellinen osa kombikorttikokonaisuutta.

Seuraavien ADEPT III osapuolten asettamat tekniset-, sovellutus- ja turvallisuusominaisuuksien tuli myös huomioida Automatia Oy:n, Buscom Oy:n ja liikenne- ja viestintäministeriön vaatimukset.

Pilottikokeilun tarpeisiin tuli toimittaa kortteja 5 000 kpl. Tarjouspyynnöt toimitettiin seuraaville kortinvalmistajille:

- ST Microelectronics
- Siemens
- ASK
- Schlumberger
- GemPlus ja
- Setec Oy

Tarjouspyynnön mukaisia tarjouksia saatiin Setec Oy:ltä, Siemensiltä, ASK:lta ja ST Microelectronicsilta. GemPlus ei antanut tarjousta, mutta ilmoitti, että on mielellään jatkokeskusteluissa mukana.

Tarjouksia käsiteltiin yhteistyössä liikenneministeriön, Automatian, Buscomin ja Turun kanssa. Yksimielisen käsittelyn perusteella asia vietiin Turun joukkoliikennelautakunnan päätettäväksi.

Joukkoliikennelautakunta päätti 3.6.1999 solmia hankintasopimuksen dual interface -korteista Setec Oy:n kanssa. Sopimus allekirjoitettiin Vantaalla saman vuoden joulukuussa (14.12.1999).

Tarjottu kortti oli SetCard dual interface -toimikortti, jossa käytetään Siemensin SLE66CL160S komponenttia, kortin keskeisimmät ominaisuudet ovat: 32Kbyte ROM, 1280 byte RAM ja 16Kbyte EEPROM:ia (sovellusmuisti).

3.4.6 Järjestelmän luominen

ADEPT III yhteistyösopimus

- liikenneministeriön,
- Oy Matkahuolto Ab:n,
- Turun joukkoliikennetoimiston,
- Department of the Environment, Transport and the Regionsin

kesken allekirjoitettiin vuoden 1999 jälkimmäisellä puoliskolla siten, että Turun kaupungin joukkoliikennelautakunta allekirjoitti sopimuksen 2.8.1999.

Joukkoliikennelautakunta päätti 16.8.1999, että dual interface -korttijärjestelmän hankintasopimus solmitaan Buscom Oy:n kanssa.

Sopimuksen toteutuminen edellyttää laitehankintoja siten, että Buscom Oy ja Turun paikallisliikenteen liikenteenharjoittajat solmivat varsinaisen sopimuksen lukijalaitteen hankinnasta periaatteella, että joukkoliikennetoimisto maksaa investoinnit liikennöitsijöille takaisin todellisen tarpeen mukaisesti huomioon ottaen vaihtohyvityksen vanhoista lukijoista.

Turun kaupungin joukkoliikennelautakunta päätti kokouksessaan 9.3.2000 solmia yhteistyösopimuksen Leonia Pankki Oyj:n kanssa.

Yhteistyön kohteena on Automatia Rahakortit Oy:n ja Leonia Pankin yhdessä kehittämä korttituote eli ns. co-branded -kortti, jossa kortin rahasovelluksen laa-
timiseen tarvitaan aina Leonian tai muiden Automatian omistajapankkien tiliin
kytketty rahakorttiominaisuuden sisältämä sirukortti. Leonia ja Turun kaupunki
omistavat kortin sirulla olevat omat sovelluksensa.

Tällä yhteistyösopimuksella Leonia luovuttaa Turun kaupungille oikeuden jakaa kortteja Turussa ja Turun seudulla asuville sellaisin ehdoin, kuin Turku itse on määritellyt kaupungin julkaisemissa kulloinkin voimassa olevissa etäkortin käyttöehdoissa. Turun kaupunki vastaa kortin jakeluun liittyvistä kustannuksista ja myös sovellushallintansa turvallisuudesta.

Tähän yhteistyösopimukseen liittyen tekee Turku vielä Leonian kanssa rahakorttipalvelusopimuksen eli vastaavan, jonka joukkoliikennetoimisto teki Automatia Oy:n kanssa

3.4.7 Hinnoittelu

AVANT-kortin käyttöönoton yhteydessä. Automatia Leonian palvelun tuottajana vastaa sirun AVANT-rahakorttisovelluksesta ja sen sisältämästä korttirahasta, korttirahan latausverkosta ja korttirahan tilityksistä.

Turun kaupungin joukkoliikennelautakunta vahvisti kombikortti-pilottikokeilun taksan 27.4.2000. Kombikortti on joukkoliikennesovelluksessa arvo- ja kausikortin yhdistelmä, jolloin arvokorttiosion osalta hinnat ovat samat kuin nykyisten aikuisten, opiskelijoiden, nuorten ja lasten arvokorteissa ja vastaavasti samojen käyttäjäryhmien osalta nykyiset kausikorttitaksat vahvistetaan maksimiveloitustaksaksi. Kortin panttimaksuksi vahvistettiin 40 mk.

15.8.2000 pidetyssä ADEPT III johtoryhmän kokouksessa todettiin, että yhteiskäyttöinen turvamuoduliyksymys jää edelleen avoimeksi, koska Setec Oy on ilmoittanut, että ei ole kiinnostunut siirtämään liikenneministeriön yhteiskäyttöistä turvamuodulia uudelle komponentille.

Lisäksi todettiin, että Automatia Oy:n ja Turun joukkoliikennetoimiston sopimus pankkiautomaattien ja sen ns. co-branded -menetelmän käytöstä tulee Leonia Pankki Oy sopimuksen yhteyteen.

3.4.8 Turvallisuus ja yhteiskäyttöisyys

14.11.2000 pidetyssä ADEPT III johtoryhmän kokouksessa keskusteltiin yhteiskäyttöisyyden toteutumisperiaatteista ja niiden kirjaamisesta varsinaiseen yhteistyösopimukseen. Kokouksessa todettiin, että yhteiskäyttöisyyden toteuttaminen on ollut ADEPT III -projektin eräs päätavoitteista. Laiteriippumattomuus on ollut eräs avainsanoista, sen sijaan projektien pilottikohteiden korttien ristikkäiskäyttöä ei lopullisessa yhteistyösopimuksessa ole edellytetty.

Yhteistyösopimuksen mukaan yhteiskäyttöisyydellä tarkoitetaan, että Turun dual interface -kortti käy maksuvälineenä Turun alueen kaikissa laitteissa laite-toimittajasta riippumatta. Kohteiden välistä ristikkäiskäyttöä ei tarvitse toteuttaa eli Turun kortin ei tarvitse käydä Tampereen alueella eikä Tampereen kortin Turun alueella.

ADEPT III -projektin johtoryhmän nimeämä tekninen ryhmä on tehnyt johtoryhmän toimeksiannosta selvityksen älykorttijärjestelmien turvaratkaisuista. Raportti on päivätty 15.11.2000 ja sen ovat laatineet Sanna Välimäki ja Caj Holm Traficon Oy:stä.

Helmikuussa 2001 A + B:n lukijamoduulin hankinnassa todettiin edelleen olevan ongelmia. Yhteiskäyttöisyys on nyt toteutettu ADEPT III edellyttämässä minimilaaajuudessa, mutta A + B lukumahdollisuuden kautta se toteutetaan jopa sopimuksessa edellytettyä laajempaan.

Lukijamoduulin hankinnan ongelmat johtuvat lähinnä siitä, että GemPlus on lopetti A + B -lukijan ohjelmistokehityksen. Joulukuussa 2000 he ovat toimittivat mallikappaleen, jolla on voitu lähinnä tutkia moduulimekaniikkaa. Buscom jatkaa lukijamoduulin etsintää ja on mm. keskustellut asiasta Idesco Oy:n kanssa.

Buscom on tehnyt mittauksia myös mm. Mifaren tekniikalla. Kortin lukutapah-tuma on tällä hetkellä liian hidas. Pöytätesteissä on päästy noin 0,3 sekuntiin, mutta lukijamoduulilla mitattuna luku on ollut lähes kahden sekunnin luokkaa. Päättävöitteena pitää kuitenkin olla, että uusi kortti ei ole nykyistä hitaampi.

Pilottia ei kannata tehdä Turkuun väkisin vaan on parempi odottaa kelvollista lukijamoduulia. Pilotti on kuitenkin saatava käyntiin mahdollisimman pian, kos-ka joukkoliikennetoimistolla on muita hankkeita, jotka saattavat kärsiä pilotin viivästymisestä.

Koska Turun pilotissa ei ole käytössä muuta turvamoduulia kuin Avantin oma turvamoduuli, niin lisäturvaratkaisut tehdään ohjelmallisesti. Suuret toimijat voivat kokoontua yhteen neuvottelemaan turvamoduuleista.

24.10.2001 pidetyssä ADEPT III johtoryhmän kokouksessa todettiin Turun pi-lottikohteen toteuttamisesta, että Turku ja Buscom Oy on noin puoli vuotta etsi-nyt A + B lukijamoduulia. Kiinnostus valmistukseen on kasvanut ja odotettavis-sa on noin puolen vuoden sisällä useitakin vaihtoehtoisia moduulien valmistajia.

Turun kortin tietosisällön ja ohjelmien suunnittelu on edennyt komponenttivai-keuksista huolimatta. Monisovellusympäristö ja turvallisuusasioiden suunnittelu on edelleen työn alla.

Lisäksi todettiin, että Buscom Oy:n suorittamissa testeissä on todettu, että kortin sisäinen käsittelynopeus rajoittaa kortin ulkoista käsittelynopeutta.

3.4.9 Projektin päätös

Keväällä 2002 pidetyssä kokouksessa ADEPT III johtoryhmä totesi, että

- Turun kortti on standardi ISO 14443-4 mukainen,
- standardi on valmistunut ja Turussa on nyt myös päästy etenemään,
- Turun tavoitteena on edelleen monisovellutuskortti,

Aikataulusta Buscom Oy on ilmoittanut, että korttien ja korttien lukijalaitteiden testaus saadaan myönteiseen päätökseen siten, että kortinlukijat voidaan toimit-taa Turkuun vielä syksyllä 2002.

Liikenne- ja viestintäministeriö myönsi 7.3.2002 kirjatulla päätöksellään jo myönnetyn valtionapupäätöksen voimassaolon pidennyksen 31.12.2002 saakka. Valtionavun pidennys myönnettiin, koska projektin loppuun saattaminen on vii-västynyt lukijalaitteiden lukumoduulien saatavuusongelmien vuoksi.

Liikenne- ja viestintäministeriö edellyttää, ett Turun kaupunki toimittaa vuoden 2002 loppuun mennessä Liikenne- ja viestintäministeriölle hankkeen loppura-portin, johon on dokumentoitu projektin päävaiheet ja arvioidaan hankkeen on-nistuminen Hankkeen loppuraportti päätettiin sijoittaa LVM:n internet-sivuille keväällä 2003.

Kohteet laativat yhteisen loppuraportin. Työhön kuuluu kohteiden tuottaman materiaalin kokoaminen yhtenäiseksi loogiseksi raportiksi, raportin kieliasun tarkistaminen ja sen ulkoasun muokkaaminen LVM:n julkaisuohjeiden mukaisesti. Kohteet tulevat toimittamaan teksti- ja kuvamateriaalin suomen- ja englanninkielisenä. Raportin tulee olla valmis maaliskuun loppuun mennessä. Raportti sijoitetaan myös LVM:n kotisivuille. Turun aineisto on valmiina 20. joulukuuta 2002 ja Matkahuolto toimittaa oman raporttinsa 20. tammikuuta 2003 mennessä.

19.9.2002 pidetyssä ADEPT III johtoryhmän kokouksessa Oslossa todettiin, että Buscom Oy:n suorittamien mittaustulosten perusteella on uusiin lukijalaitteisiin tehty Turun järjestelmän vaativia muutoksia. Prototyypit ovat valmiina ja tuotanto lähtee käyntiin niin, että lukijalaitteet voidaan toimittaa Turkuun viikolla 46.

3.4.10 Jatkotoimenpiteet

Setec Oy:n toimittamien korttien teknisistä ongelmista johtuen hankkeen ensivaiheen kokeilu toteutetaan Schlumbergerin toimittamilla korteilla. Kokeiluun hankitaan noin 100 korttia, jotka ensisijaisesti testataan omalla henkilökunnalla. Henkilökunnan kokemuksista tehdään käyttäjätutkimus raporttia varten.

Turun korttijärjestelmän uudistus tapahtuu vähitellen. Vanha korttijärjestelmä käy rinnan uuden kanssa ainakin noin kaksi vuotta. Tavoitteena on myös, että tulevaisuudessa päästäisiin sellaisiin yhteisiin korttihankintoihin, joihin osallistuu myös muita joukkoliikennepalvelujen järjestäjiä ja operaattoreita Suomesta. Tärkeää yhteisissä korttihankinnoissa on juuri järjestelmien yhteensopivuus ja korttien mahdollisimman laaja käyttömahdollisuus.

Mahdolliset käyttäjätutkimukset Turun osalta tehdään vasta, kun uusi taksajärjestelmä on kokonaisuudessaan käytössä. Käyttäjätutkimukset käsittelevät matkustajien uuteen taksajärjestelmään, pankkiautomaattilataukseen ja kaupunkikorttisovellutuksiin liittyviä kokemuksia ja mielipiteitä.

Lopuksi todettiin, että projektin johtoryhmä ei enää kokoonnu ja että vaikka projekti teknisistä syistä on viivästynyt, on sen anti ollut osallistujille hyödyllistä. Hyödyllistä se on myös muille vastaavia hankkeita suunnitteleville.

3.5 Matkahuollon Tampereen kohteen kuvaus

Tampereen alueella on noin 280 000 asukasta. Tampereen paikallisliikenteen suunnittelusta ja kehittämisestä vastaa Tampereen kaupungin liikennelaitos (TAKL), joka myös itse toimii paikallisliikenteen palveluntuottajana. Kaupungin maksama joukkoliikennetuki vuonna 1998 oli 46 Mmk, mikä on n. 30% liikennelaitoksen liikevaihdosta. Joukkoliikennetuki käytetään ostoliikenteeseen ja taksa-alennuksiin. Paikallisliikenteestä vai pieni osa on ostoliikennettä.

Tampereella otettiin käyttöön älykorttipohjainen joukkoliikenteen maksujärjestelmä vaiheittain vuosien 1995-97 aikana. Rahastuslaitteet ja älykortinlukijat on asennettu noin 430 paikallisliikenteen linja-autoon. Paikallisliikennettä harjoit-

tavat TKL ja kuusi yksityistä liikennöitsijää. Vuonna 1996 alkoi yhteistariffiliikenne, jossa kaupungin alueella ajavat yksityiset liikennöitsijät ajavat samalla tasataksahinnalla kuin TKL. Älykortti käy maksuvälineenä kaikissa paikallisliikennettä harjoittavien liikennöitsijöiden autoissa.

Käytössä oleva älykortti on etäluettava. Kortit myydään ja alustetaan TKL:n omasta palvelupisteestä. Lisälataukset tehdään 52 myyntipisteessä eri puolella kaupunkia, muttei linja-autoissa. Lipputuotteina ovat erilaiset arvo- ja kausikortit sekä seutulippu ja Matkahuollon lipputuotteet. Lipputulosten clearauksen hoitaa TKL, johon liikennöitsijät lähettävät rahastuslaitteille kertyneet maksutapahtumat omilta varikoiltaan

Kombikortin käyttö alkoi Tampereen seudulla 4. 3. 1999. Ennen varsinaista tuotantokäyttöä korttia pilotoidaan kahdessa vaiheessa rajatulla asiakasmäärällä. Ensimmäisessä vaiheessa kombiasiakkaita on enimmillään muutama sata. Käytökokemusten myötä pilotti laajenee tarkoituksenmukaiseen määrään asiakkaita, jonka jälkeen kokeilukäyttö jatkuu saumattomasti tuotantokäyttönä. Käyttöön-oton onnistumisen kannalta on tärkeää, että sekä Tampereen liikennelaitos että kaikki Tampereella liikennöivät yksityiset liikennöitsijät ovat kokeilussa mukana heti ensimmäisestä vaiheesta alkaen. Inter Marketing Oy:llä on tätä varten valmius rahastuslaitteissa tarvittaviin ohjelmapäivityksiin.

4 TAMPEREEN SEUDUN KÄYTTÄJÄTUTKIMUKSEN TULOKSET

4.1 Yleistä

Tämän kyselytutkimuksen tavoitteena oli selvittää koeryhmän mielipiteitä uudesta kombikortista muutamalla kysymyksellä. Koeryhmä koostui koulujen yläasteiden oppilaista, joilla on ollut käytössään Matkahuollon kombikortti. Kyselyt lähetettiin 23.5.2000 kouluille, joissa opettajat hoitivat kyselyjen jakamisen oppilaille ja vastausten kokoamisen. Vastaukset palautuivat Tampereen Matkahuoltoon 16.6.2000 mennessä. Koska tutkimus on tehty vain rajatulle koeryhmälle, joka on ”pakotettu” kortin käyttäjäksi, tulokset eivät ole tilastollisesti luotettavia vaan vain suuntaa-antavia. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää myös myöhemmin tehtävän, laajemman tutkimuksen suunnittelussa.

4.2 Otosjoukko

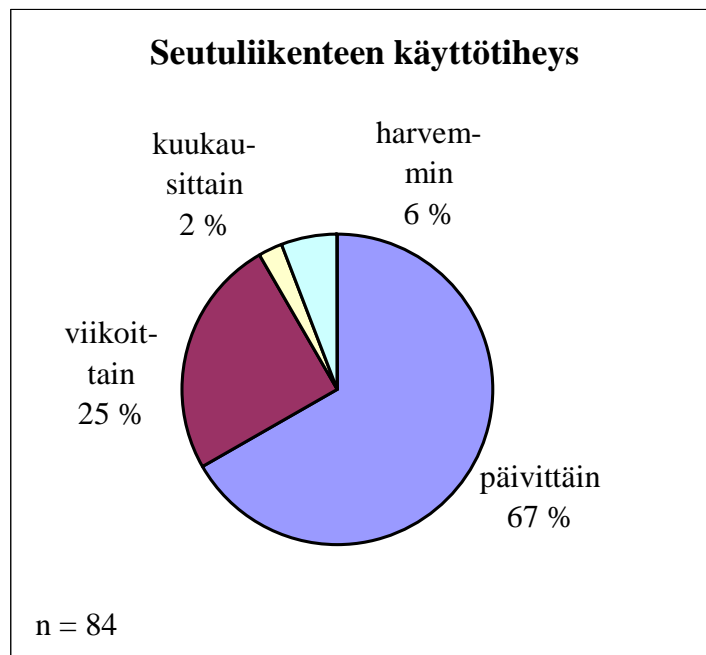
Kyselyyn saatiin 88 vastausta, joista 47% oli naisia ja 53% miehiä. Koska koeryhmänä olivat yläasteen koululaiset, vastaajat olivat pääasiassa 13-16-vuotiaita koululaisia jakautuen melko tasaisesti ikäryhmiin alle 15-vuotiaat ja 15-25-vuotiaat. Tosin kaksi vastaajista ilmoitti olevansa yli 65-vuotiaita eläkeläisiä. Kaikki koeryhmään kuuluvat olivat tietävästi aiemmin käyttäneet Matkahuollon kontaktillista matkakorttia.

4.3 Joukkoliikenteen käyttöä koskevat kysymykset

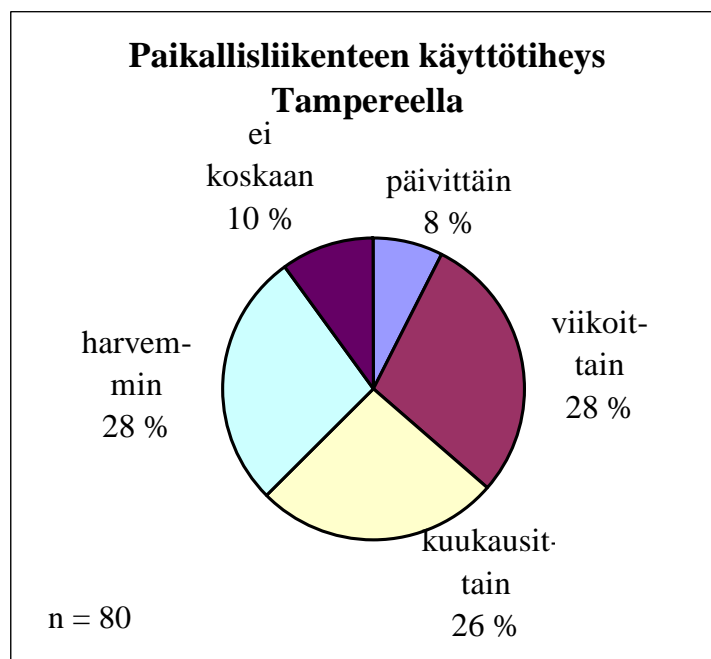
Suurin osa kyselyyn vastanneista käyttää seutuliikennettä säännöllisesti. 67% vastaajista käyttää seutuliikennettä päivittäin ja 25 % viikoittain. Tampereen paikallisliikennettä kyselyyn vastanneet käyttävät pääasiassa viikoittain tai sitä harvemmin. Muualla maassa joukkoliikenteen käyttö on harvinaisempaa. 3% vastaajista käyttää joukkoliikennettä muualla maassa kuukausittain, muut sitä harvemmin tai ei koskaan. Vastaajien seutu- ja paikallisliikenteen käyttötiheys näkyvät kuvissa 1 ja 2

Kyselyyn vastanneista seutuliikennettä päivittäin käyttävistä 28% käyttää Tampereen paikallisliikennettä viikoittain ja 68% sitä harvemmin. Päivittäin seutuliikennettä käyttävistä vain 4 % käyttää myös Tampereen paikallisliikennettä päivittäin.

Hieman harvemmin eli viikoittain seutuliikennettä käyttävät kulkevat vastaavasti Tampereen paikallisliikenteessä hieman useammin eli 16% päivittäin ja 26% viikoittain.



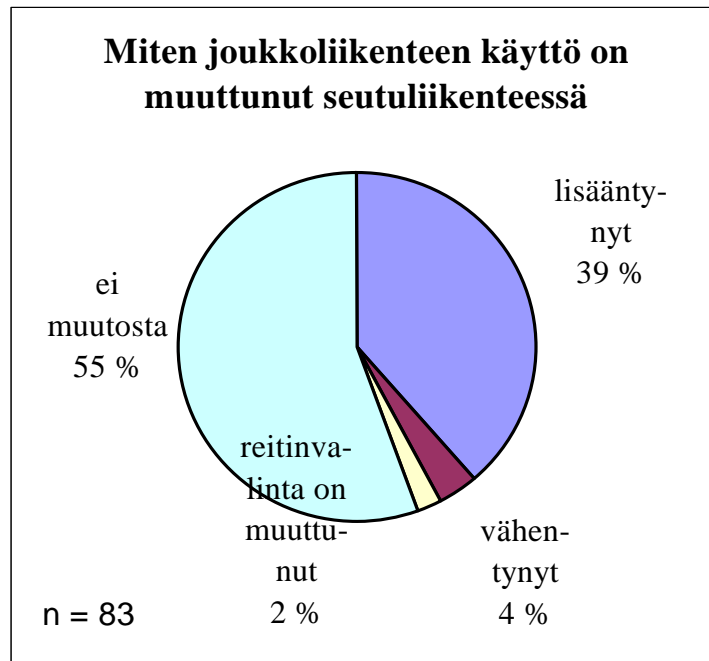
Kuva 1. Seutuliikenteen käyttötiheys.



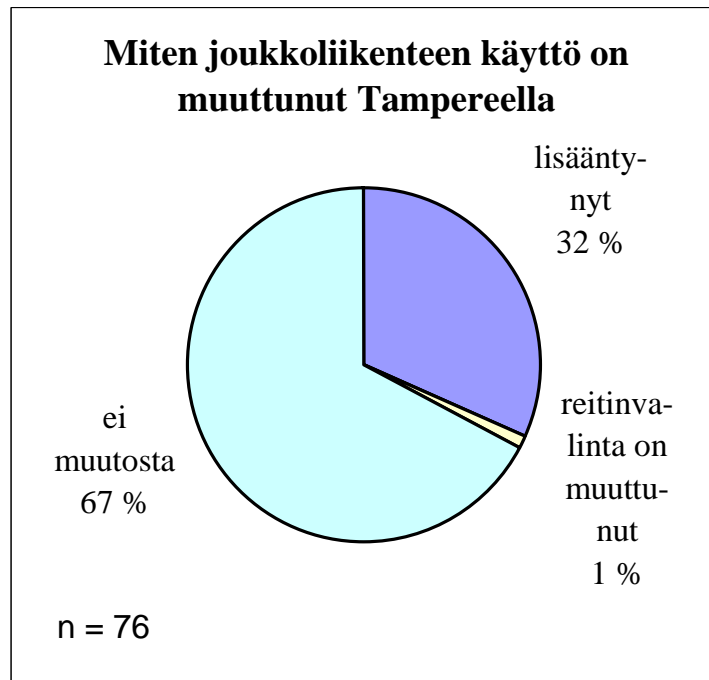
Kuva 2. Paikallisliikenteen käyttö Tampereella.

Kun kysyttiin miten joukkoliikenteen käyttönne on muuttunut uuden kombikortin myötä, yli puolet vastasi, ettei joukkoliikenteen käyttö ei ole muuttunut. 39% vastaajista arvioi, että oma seutuliikenteen käyttö on lisääntynyt. Samoin Tampereen paikallisliikenteen käyttö on lisääntynyt 32%:lla vastaajista. Vain 4% vastasi, että seutuliikenteen käyttö on vähentynyt. Muutokset seutu- ja paikallisliikenteen käytössä näkyvät kuvissa 3 ja 4. Seutuliikenteen käyttö on lisääntynyt erityisesti alle 15-vuotiaiden keskuudessa (n=40). Heistä 68% vastasi, että oma

seutuliikenteen käyttö on lisääntynyt kun yli 15-vuotiaista (n=45) vain 12% arvioi, että oma seutuliikenteen käyttö on lisääntynyt.



Kuva 3. Muutokset seutuliikenteen käytössä.



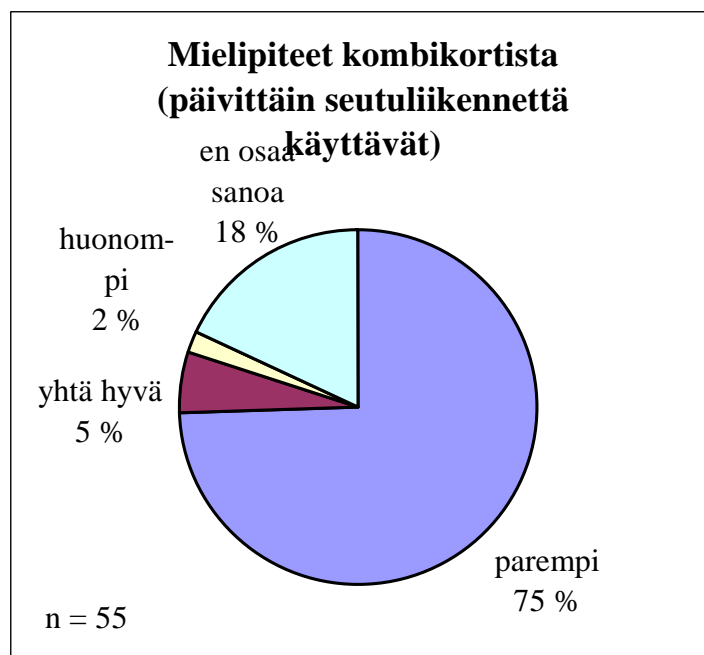
Kuva 4. Muutokset paikallisliikenteen käytössä.

4.4 Mielenpiteet uudesta kombikortista

Kun kysyttiin, mitä mieltä vastaajat ovat uudesta kombikortista verrattuna vanhaan kontaktikorttiin, 71 % vastasi, että uusi kortti on parempi kuin vanha. Lisäksi 13 % oli sitä mieltä, että uusi kortti on yhtä hyvä kuin vanha. Vain 2 % oli sitä mieltä, että uusi kortti on huonompi. Mielenpiteiden jakautuminen kaikkien vastaajien keskuudessa näkyy kuvassa 5. Erityisesti päivittäin seutuliikennettä käyttävät pitivät kombikorttia parempana kuin kontaktillista korttia. Päivittäin seutuliikennettä käyttävien mielenpidejakauma näkyy kuvassa 6. Alle 15-vuotiaat vastaajat (n=40) olivat vielä hieman epävarmoja mielenpiteissään ja heistä 20% vastasi tähän kysymykseen, ettei osaa sanoa.



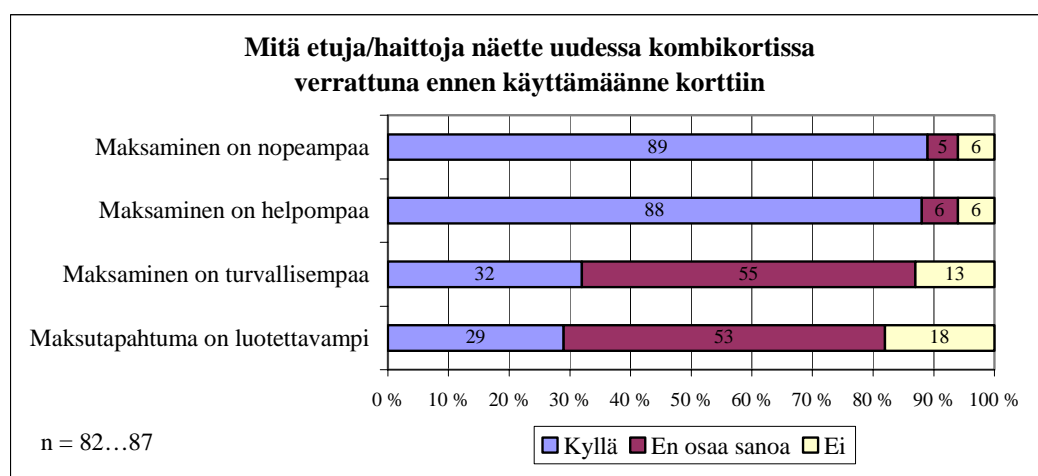
Kuva 5. Mielenpiteet uudesta kombikortista verrattuna kontaktilliseen korttiin



Kuva 6. Mielipiteet uudesta kombikortista (päivittäin seutuliikennettä käyttävät)

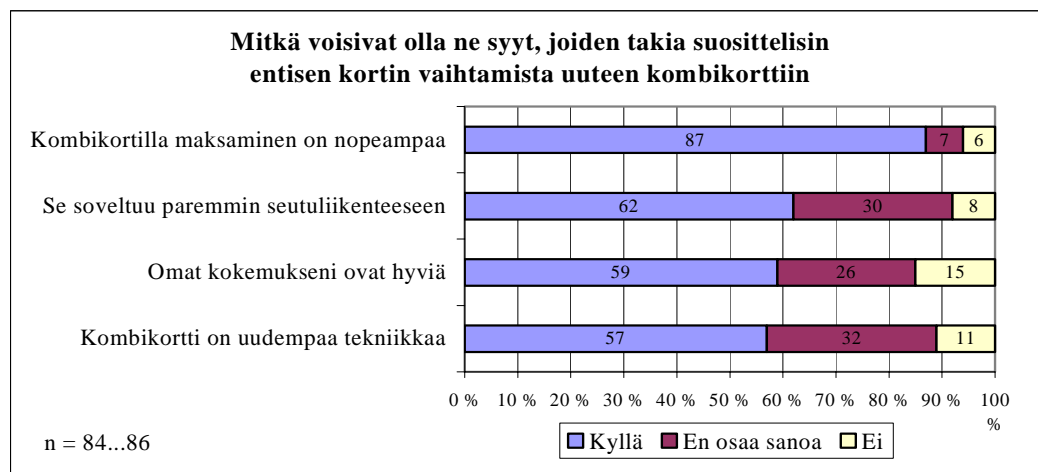
Seuraavaksi kysyttiin, mitä etuja/haittoja näette uudesta kombikortista verrattuna ennen käyttämäänne korttiin. Annettuihin vaihtoehtoihin tuli vastata kyllä tai ei. Tulokset näkyvät kuvassa 7. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että maksaminen on helpompaa (88%) ja nopeampaa (89%). Maksutapahtuman luotettavuudesta ja turvallisuudesta oltiin huomattavasti epävarmempia. Yli puolet ei osannut sanoa mielipidettään luotettavuudesta ja turvallisuudesta.

Päivittäin seutuliikennettä käyttävien (n= 56) mielipiteet olivat erityisen positiivisia nopeuden ja helppouden suhteen. 93% päivittäin seutuliikennettä käyttävistä oli sitä mieltä, että maksaminen on nopeampaa ja 90% sitä mieltä, että maksaminen on myös helpompaa.



Kuva 7. Mielipiteet maksamisen nopeudesta, helppoudesta, maksutapahtuman luotettavuudesta ja maksamisen turvallisuudesta

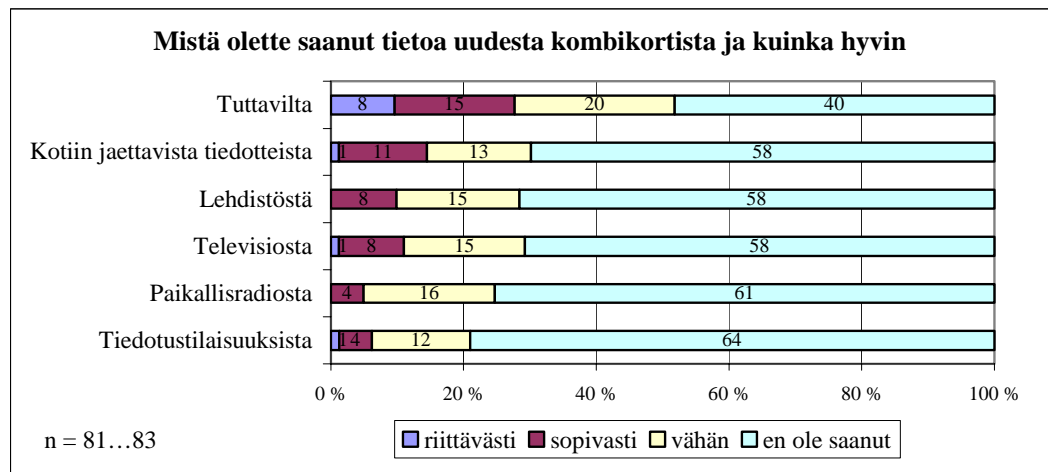
Kun kysyttiin, mitkä voisivat olla ne syyt, joiden takia suosittelisit tuttavillesi entisen kortin vaihtamista uuteen kombikorttiin, eniten kyllä-vastauksia sai vaihtoehto ”kombikortilla maksaminen on nopeampaa”. Myös muita vaihtoehtoja ”Se soveltuu paremmin seutuliikenteeseen”, ”omat kokemukset ovat hyviä” ja ”kombikortti on uudempaa tekniikkaa” pidettiin hyvinä syinä suositella korttia tuttaville. Tulokset näkyvät kuvassa 8.



Kuva 8. Syyt, joiden takia voisi suositella entisen kortin vaihtamista uuteen kombikorttiin.

4.4.1 Tiedonsaanti lähteet

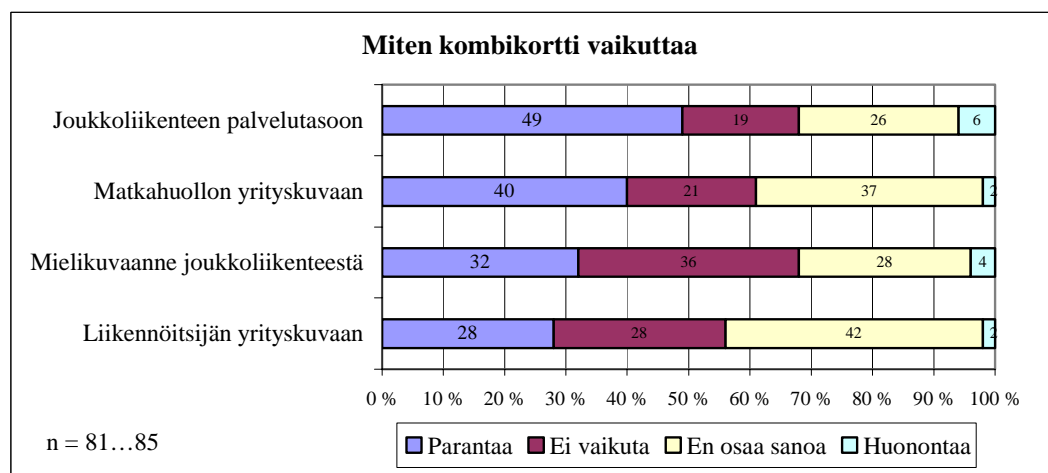
Kuvassa 9 näkyy, mistä tietolähteistä vastaajat ovat saaneet tietoa uudesta kombikortista ja kuinka hyvin. Vastausvaihtoehdot ja -asteikko oli annettu valmiiksi. Tietoa on yleisesti ottaen saatu suhteellisen heikosti. Parhaita tietolähteitä ovat olleet tuttavat ja kotiin jaettavat tiedotteet. Annettujen vaihtoehtojen lisäksi kyselyyn vastanneet ovat saaneet tietoa koulusta (12 kpl, 14%) ja internetistä 1 kpl, 1 %). Tiedonsaanti on ollut yllättävän heikkoa kun ottaa huomioon, että kyselyyn vastanneet henkilöt kuuluvat koeryhmään.



Kuva 9. Mistä tietolähteistä kyselyyn vastanneet ovat saaneet tietoa uudesta kombikortista.

4.5 Kombikortin vaikutukset

Kun kysyttiin, miten kombikortti vaikuttaa joukkoliikenteen palvelutasoon, Matkahuollon yrityskuvaan, mielikuvaan joukkoliikenteestä ja liikennöitsijän yrityskuvaan, vastaukset jakautuivat kuvan 10 osoittamalla tavalla. Eniten kombikortin uskotaan parantavan joukkoliikenteen palvelutasoa ja Matkahuollon yrityskuvaan. Päivittäin seutuliikennettä käyttävien mielipiteet olivat keskiarvoa positiivisemmat kaikissa neljässä kohdassa. Heistä 59% oli sitä mieltä, että kombikortti parantaa joukkoliikenteen palvelutasoa ja vain 4% oli sitä mieltä, että huonontaa. Vastaajien mielestä uusi korttityyppi parantaa enemmän Matkahuollon kuin liikennöitsijän yrityskuvaan. Kysymykset tuntuivat ilmeisesti tälle testiryhmälle vaikeilta, koska ”en osaa sanoa”- vastausten määrä oli korkea (26-42%).

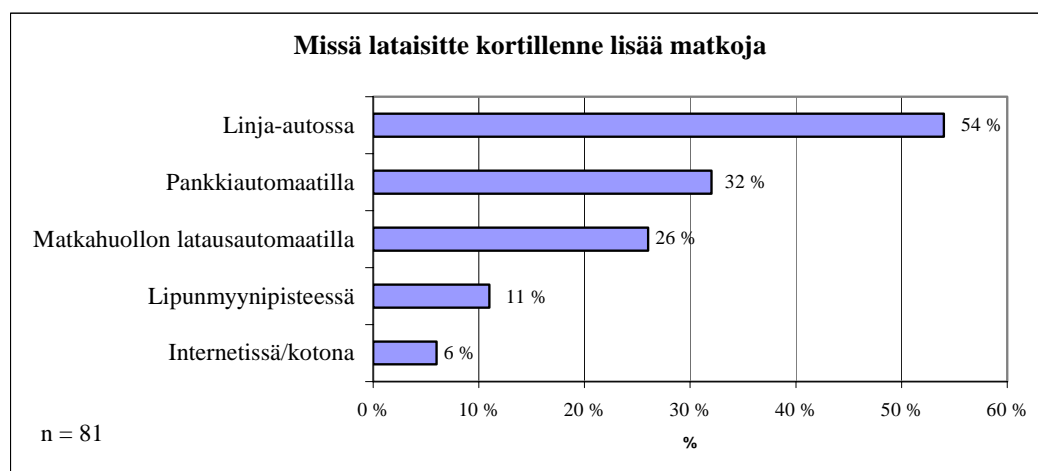


Kuva 10. Miten kombikortti vaikuttaa joukkoliikenteen palvelutasoon, Matkahuollon yrityskuvaan, mielikuvaan joukkoliikenteestä ja liikennöitsijän yrityskuvaan.

4.6 Mieluisimmat lisälatauspaikat

Lopuksi kysyttiin, missä vastaajat mieluiten lataisivat kortilleen lisää matkoja. Tähän kysymykseen vastattiin useampi kuin yksi vaihtoehto. Mieluiten lisämatkoja ladattaisiin linja-autossa, mitä mieltä oli 54% vastaajista. Oma ehdotuksena annettiin, että lisämatkoja voisi ladata kotona internetissä. Tätä ehdotti 4 henkilöä, mikä on 6 % kaikista vastaajista. Vastausprosentit näkyvät kuvassa 11.

Erityisesti alle 15-vuotiaat haluavat pitäytyä nykykäytännössä ja ladata lisämatkoja linja-autossa. Linja-autoa latauspaikkana kannatti 58 % alle 15-vuotiaista kun 15-25-vuotiaista sitä kannatti vain 26%. 15-25-vuotiaat ovat selvästi innokkaampia kokeilemaan uusia lisälatausmahdollisuuksia myös pankkiautomaatilla (30%) ja Matkahuollon latausautomaatilla (32%).



Kuva 11. Missä mieluiten ladattaisiin kortille lisää matkoja.

4.7 Parannusehdotukset laajempaan kyselyyn

Seuraavat kysymykset ja tarkennukset olisi hyvä lisätä myöhemmin tehtävään, laajempaan kyselyyn:

- Onko Teillä käytössänne Matkahuollon kombikortti (ellei tutkimusryhmä muodostu pelkästään kortinhaltijoista)?
- Mikä muu maksuväline Teillä on Matkahuollon kombikortin rinnalla käytössä?
- Kuinka usein käytätte kombikorttia maksuvälineenä (seutuliikenteessä, kaupunkiliikenteessä, muualla)?
- Mikä maksuväline Teillä on ollut käytössänne ennen Matkahuollon kombikorttia (vaihtoehdot) ja kuinka kauan olette sitä/niitä käyttäneet?
- Kuinka kauan Teillä on ollut käytössänne Matkahuollon kombikortti?

- Tietolähteisiin ja latausvaihtoehtoihin tulisi lisätä yhdeksi vastausvaihtoehdoksi internet
- Miksi joukkoliikenteen käyttönne on lisääntynyt/vähentynyt/reitti muuttunut (valmiita vaihtoehtoja)?

Joukkoliikenteen palvelutaso olisi hyvä purkaa tärkeimmiksi palvelutasotekijöiksi, joihin maksutapahtuma vaikuttaa (maksutapahtuman nopeus, odotusaika pysäkillä, aikataulujen luotettavuus, kuljettajan palvelualttius)

5 TEKNINEN RAPORTTI

5.1 Turku

5.1.1 Taustaa

Etäluku-muistikortteja on käytetty joukkoliikenteessä Suomessa 90-luvun alusta lähtien. Viime vuosina on haluttu lisätä kortteihin muitakin sovelluksia kuten sähköinen kukkaro, kaupunkikorttisovelluksia jne. Erilaisia kortteja ja teknologioita, kuten hybridi-, combi- ja dual interface-kortteja, on kehitetty, mutta sellaisia järjestelmiä, jotka täyttävät monisovellusvaatimukset ovat yhteentoimivia olemassa olevien alustojen kanssa ei oikeastaan ole toteutettu.. Samanaikaisesti on ISO 1443-standardi ollut kehitteillä.

Paikallinen Turun kokeilu on osa ADEPT III-projektia, jossa haluttiin testata viimeisintä saatavilla olevaa teknologiaa, valita teknologia, joka tarjoa vakaan alustan tuleville vuosille ja mahdollisuuden luoda todellinen monisovellusalusta.

Hankkeen suurimpia haasteista oli toteuttaa rajapinta. Jolla Turussa 90-luvun puolivälistä asti käytössä ollut matalataajuinen muistikorttitekhnologia ja ISO 1443-teknologi voidaan yhdistää samaan alustaan puuttumatta olemassa olevaan järjestelmään niin, että uuden teknologian käytettävyys ja toiminnot ovat samantasoisia entisen kanssa.

5.1.2 Esivalinta

Turun hanke teki dual interface-korttien ja -teknologioiden toimittajien esivalinnan Liikenne- ja viestintäministeriön teettämän kombikorttiselvityksen (The Combi Card Study) perusteella. Esivalinnan jälkeen lähetettiin toimittajille tarjouspyynnöt perusvaatimukseen.

Kortin perusvaatimukset olivat:

- täysi yhteensopivuus ISO 14443-4 A/B standardiin
- sen tulisi tukea DES:n kaltaisia standarditurvallisuusalgoritmia
- sen tulisi tukea monisovellusratkaisuja
- sen tulisi olla dual interface-kortti (kontakti- ja kontaktiton liityntä)
- sen tulisi tukea suomalaista AVANT-kukkaroa)

Tarjouksia saatiin kolmelta yhtiöltä. Selvityksen jälkeen hankeryhmä suositteli Turun joukkoliikennelautakunnalle pilottikorttien tilaamista Setec Oy:stä. Sopimus Setec Oy:n kanssa allekirjoitettiin vuoden 1999 lopussa.

Vertailukohtien saamiseksi projektiryhmä päätti myös testata eri toimittajien muistikortteja ja dual interface-kortteja sekä testata lukijan toimivuutta ja yhteensopivuutta eri toimittajien tekniikoiden ja korttien kanssa.

5.1.3 ISO 14443-4 standardi

Projektin arviointivaiheessa vuonna 1999, ISO 1443 –standardi oli Final Committee Draft –vaiheessa ja sen oletettiin valmistuvan pian. Eri syistä johtuen standardin viimeinen osa julkaistiin niinkin myöhään kuin heinäkuussa 2001.

ISO 14443-4-standardin tilanteesta johtuen ei markkinoilla projektin alussa ollut standardiin perustuvia komponentteja (kortteja, RF-kortin rajapintamoduuleja). Useat dual interface-kortit ja RF-moduulit testattiin hankkeen kehitysosan aikana. Testit kestivät paljon odotettua kauemmin, koska täysin ISO 14443-4:n mukaisia komponentteja ei ollut saatavilla eivätkä eri toimittajien kortit ja RF-moduulit olleet yhteensopivia.

Komponenttitoimittajia, erityisesti RF-moduulien toimittajia, on edelleen vain muutama, mutta tilanne on nopeasti muuttumassa. Eri toimittajien komponenttien yhteensopivuudessa on kuitenkin edelleen puutteita. Testausstandardi (ISO 10373-6), testausympäristöt ja testausprosessit ovat myös aivan uusia. Niinpä eri lähteistä olevien komponenttien käytettävyyttä ja toimivuus täytyy testata huolellisesti kussakin tapauksessa.

5.1.4 Käytetty laitteisto

Hankkeen tavoitteena oli luoda rahastusjärjestelmä, joka hyväksyisi kaikki tulevan ISO 14443-standardin mukaiset kortit riippumatta alustasta tai operaattorijärjestelmästä. Lukijalaitteen vaatimuksena oli, että se lukisi kortin 10 cm etäisyydeltä, kuten standardissa on kuvattu. Hanke oli myös pilotti-hanke eli tavoitteena oli kerätä tietoa ja kokemuksia ISO 14443 korttien käytöstä.

Hankkeessa päätettiin käyttää jo olemassa olevia Buscomin laitteistoja, ja päivittää niitä siten, että standardin mukaisia kortteja voitaisiin käyttää laitteiston kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaisi, että ISO 14443-korttia lukeva elektronikka lisättäisiin Buscomin PR 200 lukulaitteeseen. Buscom päätti olla valmistamatta lukuelektroniikkaa itse, vaan käyttää jo markkinoilla olevia lukijamoduuleja. Valinnassa käytettiin seuraavia kriteerejä:

Lukee molempia ISO 14443 tyyppejä, sekä A:ta että B:tä.

- Mifare muistikortti prosessointi nähdään eduksi, mutta ei ole pakollinen ominaisuus
- Luvattu lukuetaisyys on standardin mukainen 10 cm.
- Lukijamoduuli voidaan liittää Buscomin PR200 lukijaan

5.1.5 Lukijamoduulien testaus

Markkinoilla olevien lukijamoduulien testaus alkoi kun ensimmäiset koekortit saatiin Seteciltä. Aluksi ainoastaan lukijan IC-piirejä ja pöytämallisia lukijoita oli saatavilla. Mifare muistikorttilukijoita oli saatavilla, mutta niitä voitiin käyttää ainoastaan A-tyyppisen kortin prosessointiin, mutta ei B-tyyppiseen korttiin. Lisäksi kerrallaan prosessoitavan muistilohkon koko Mifare-järjestelmässä on 16 tavua ja valitussa kortissa 127 tavua. Kortin sovellus suunniteltiin siten, että pitempi tiedosto (64 tavua) luettiin siltä tai kirjoitettiin siihen. Tiedon prosessointi 16 tavun paloissa hidastaisi kortin prosessointia huomattavasti.

Projektin aikana arvioitiin useita Euroopassa ja Aasiassa valmistettuja lukijamoduuleita. Kaikki lukijat sarjayhteyksillä toimivat, mutta rinnakkaisliityntä tiedonsiirtoväylään oli usein ongelmallinen. Lukijamoduulien testauksessa löydettiin seuraavia eroja

- Lähetetyn tiedon koko vaihteli 16 tavusta 128 tavuun
- Lähettimen teho vaihteli ja siten vaikutti lukuetaisyyteen
- Sarja- ja rinnakkaisyhteyksiset moduulit
- Erillisen antennin liitäntämenetelmä vaihteli; adaptoitu 50 Ω tai adaptoitumaton kaapeli tai 'antennin suora yhteys' lukijaan.

Useiden kokeiden jälkeen valittiin itävaltalaisen Omnikeyn lukijamoduuli. Lukijamoduulin piirteitä olivat_

- Lukee ISO14443 A ja B tyyppiä sekä Mifare muistikorttia
- Lukuetaisyys 9 cm riippuen antennista ja kortista
- TTL-tason asynkroninen sarjayhteys, nopeudet 9600 tavua/s...57600 tavua/s
- käyttöjännite 5 voltia
- Lämpötila-alue -20°C ... $+80^{\circ}\text{C}$

Lisäksi Omnikeyn tarjoamaa moduulia voitaisiin käyttää myös Buscomin maksulaitteissa.

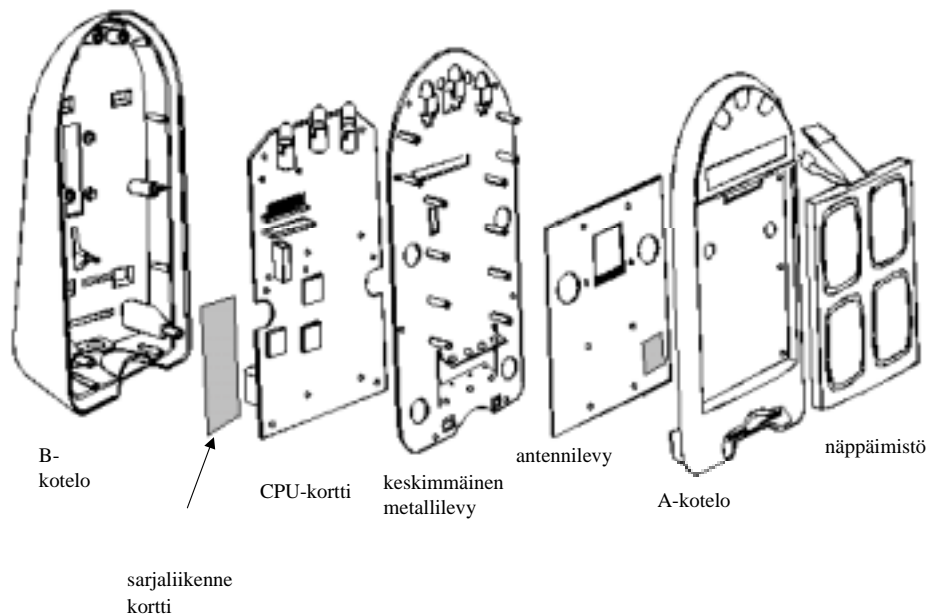
Omnikey-moduulin testauksen aikana ilmeni joitain asioita, joita ei oltu ilmoitettu kirjallisessa aineistossa

- Lukija odottaa vastausta kortilta noin 10 ms. Kortti voi käsitellä komentoja n. 80 ms asti.
- Lukijat lukevat Setecin korttia huonosti
- Lukija lisää järjestelmään noin 4 ms viivästyksen viestiä kohden

- Lähettettävän tai vastaanotettavan rekisterin koko on 32 tavua (Setecin kortilla 127)
- Toimintaetäisyys ISO14443-kortilla on korkeintaan 7 cm, 5cm käytännön sovelluksissa
- Jotkut näistä ongelmista saatiin ratkaistua yhteistyössä lukijamoduulin ja kortin valmistajien kanssa.

5.1.6 Olemassa olevan laitteiston päivittäminen

Seuraavaa vaihe oli yhdistää lukijamoduuli PR200 lukijaan. Koska lukijan toimintaetäisyys oli heikko ja koska tiedettiin, että metalliliuska antennin takana heikentää käyttöetäisyyttä virtapyörteiden myötä, antenni piti asettaa niin kauas lukijasta kuin mahdollista. Siksi se asetettiin näppäimistö elementtiin. Lukijan ja antennin välisen etäisyyden tuli olla niin lyhyt kuin mahdollista, minkä vuoksi lukijamoduuli asetettiin fyysisesti lähelle antennia aiemman lukijaelektronikan antennikortille. Olemassa olevaan elektroniikkaan piti lisätä sarjaliikennepiiri, koska lukija sisälsi ainoastaan sarjayhteysmahdollisuuden. Sarjaliikennepiiriä varten tehtiin erillinen sarjaliikennekortti, joka liitettiin CPU-korttiin.



Kuva 12. Lukijalaitteen osat

Tällä rakenteella saavutettu toimintoetäisyys ei kuitenkaan ollut riittävä, joten jouduttiin selvittämään tapoja lukuetaisyyden lisäämiseen. Käytännössä toimintaetaisyyden lisäämiseksi löydettiin kolme vaihtoehtoa,

- Lähettimen tehon nostaminen
- Antennin eristäminen muusta elektroniikasta
- Antennin siirtäminen kauemmaksi muusta elektroniikasta

Lähettimen tehon lisääminen edellytti RF-vahvistimen rakentamista. Buscomin tuotekehityksestä ei löytynyt tarpeeksi tietotaitoa vahvistimen rakentamiseen ja lisäksi sen epäiltiin lisäävän virtapyörteitä antennin taakse, mikä edelleen heikentäisi toimintaetaisyyttä. Koska valmiita vahvistimia ei ollut saataville edes kokeeksi, tämä vaihtoehto hylättiin.

Antennin eristäminen muusta elektroniikasta tarkoitti ferriittilevyn lisäämistä antennin taakse. Ferriittilevy on suhteellisen kallista ja sitä on vaikea käsitellä. Lisäksi kortin ja lukijan käyttämä taajuus 13,56 MHz on ongelmallisen alhainen ferriitille, mikä aiheutti vaikeuksia oikean materiaalin löytämiseen. Ferriitin käyttö hylättiin pääasiassa kustannusten vuoksi.

Viimeinen vaihtoehto oli siirtää antenni kauemmaksi muusta elektroniikasta. Tämä tarkoitti lukulaitteen ulkonäön muuttamista. Samanaikaisesti siirryttiin yksinäppäimiseen malliin, koska Turussa ja muissakaan lähitulevaisuuden projekteissa ei tarvita neljää näppäintä. PR200-lukulaitteen näppäimistö siirrettiin ylemmäs, jotta se saataisiin kauemmaksi antennista. Tämän muutoksen tuloksena saavutettiin riittävä lukuetaisyys.

Laitteistokehityksen tuloksena on asiakkaan käyttämä yksinäppäiminen lukijalaite ja ISO14443 kortinlukija. Koska lukijan toiminta ja ulkonäkö eroaa vanhasta lukijasta, tuotteen kaupalliseksi nimeksi otettiin PR220.



Kuva 13. Lukijalaite

5.1.7 Turvaratkaisut

Buscomin korttisovelluksen turvaratkaisut perustuvat 7816-standardiin.

Yksityiskohtaisemmat turvamäärittelyt riippuvat kortin käyttöjärjestelmästä

Buscomin sovellus käyttää turvamoduulia. Turvaratkaisu perustuu julkiseen laskenta-algoritmiin, mutta salaiseen avaimeen

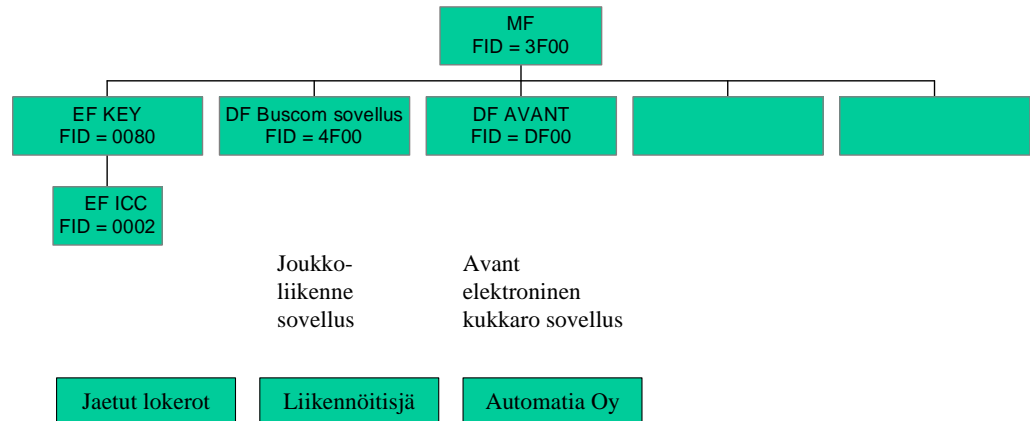
Kullakin kortilla on yksilöllinen avain

Buscom on kehittänyt turvamoduulin (BPSAM) erityisesti joukkoliikennesovellusta varten. Turvamoduuli mahdollistaa tunnistamisen vastausten nopean laskennan.

BPSAM ratkaisu valittiin koska sopivaa turvamoduuliratkaisua ei ollut saatavilla. BPSAM-ratkaisu mahdollistaa nopean laskennan tunnistamisen vastausta varten, koska kortin SAM-alusta on varustettu DES-prosessorilla.

5.1.8 Monisovelluskortin rakenne

Seuraava kaavio kuvaa monisovelluskortin rakennetta. Kortin omistaja voi määritellä sallitut sovellukset. Toinen rajoittava tekijä on kortin muistin koko (eeprom). SetCOS 4.5.0 –korteissa on 16 kB eeprom-muistia. Noin 3 kB kortin muistista on varattu Buscomin sovelluksille. Jaetut tiedostot seuraavassa kaaviossa on varattu kortin omistajan käyttöön.



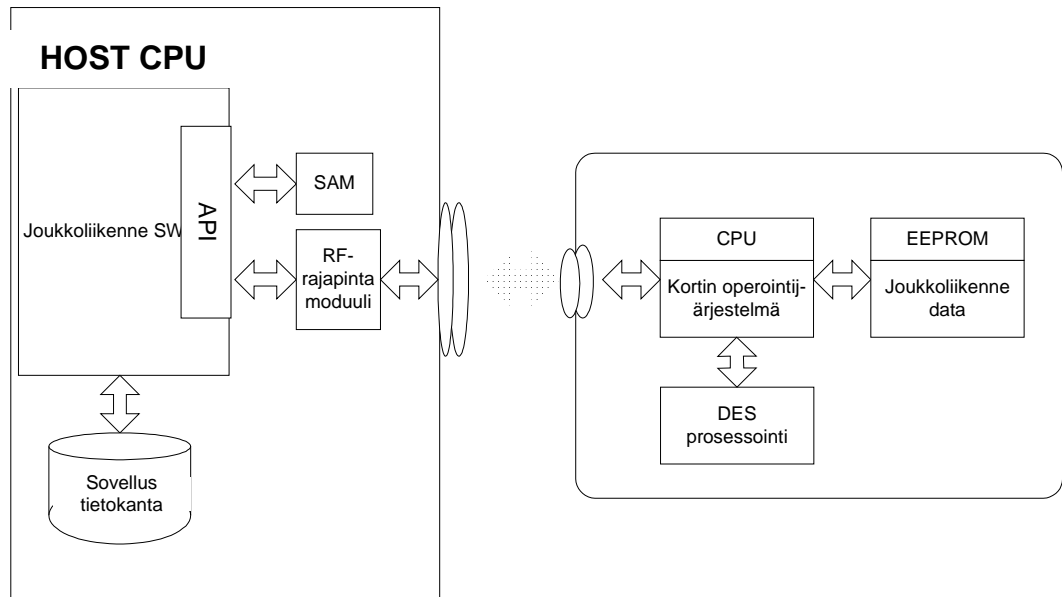
Kuva 14. Monisovelluskortin rakenne

Buscomin sovelluksen tuotteita käytetään yleensä dual interface –kortin kontaktittoman rajapinnan kautta. Buscomin sovelluksen lataaminen ja uudelleen lataaminen tehdään aina kontaktirajapinnan kautta.

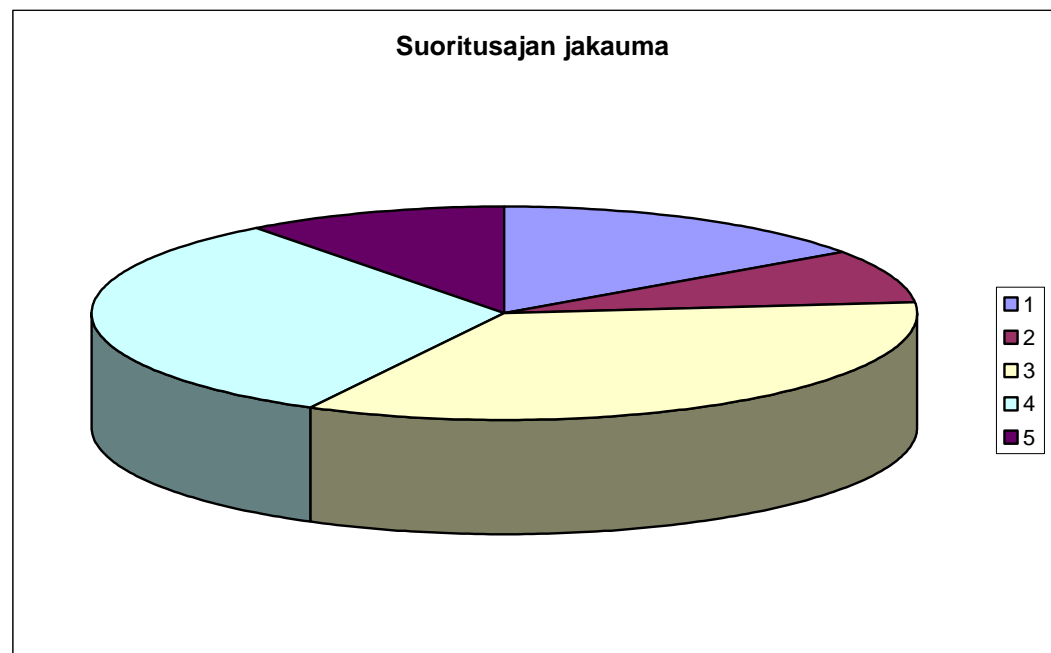
Avant-kukkarsovellusta käytetään Buscomin sovelluksen kausituotteen lataamiseen. Kukkarsovellusta käytetään aina kontaktillisen rajapinnan kautta.

5.1.9 Suoritusajan jakauma

Suoritus aika voidaan jakaa viiteen eri osakomponenttiin. Kuvio esittää eri komponenttien suoritus aikojen osuuden kortin prosessointijaksosta.



Kuva 15. Prosessiosan käyttämät komponentit



Kuva 16. Suoritusajan jakauma

1. Tiedonsiirto
2. Päälaite
3. RF-rajapintamoduuli
4. kortin käsittelyaika
5. BPSAM

Korttia prosessoidaan päälaitteeseen yhteydessä olevan lukijamoduulilla. Lukijamoduulin SW-rajapinta tarjoaa läpinäkyvän kortin prosessointi rajapinnan, joka lähettää dataa kortille T=CL protokollan mukaan.

Kun korttialusta vaihtuu toimintokortista muistikortiksi ja prosessoitu data pysyy samana, kortin suoritusajasta lyhenee noin 40 %. Vastaavasti lukijamoduulin suhteellinen osuus suoritusajasta lisääntyy. Kortin tiedonsiirtokyky on verrannollinen suoritusajaan, jonka lukijamoduuli vie koko prosessointiajasta.

5.1.10 *Pilotti*

Pilottitestit ovat alkaneet JLT:n henkilökunnalla ja 50:llä Schlumbergerin Easyflex kaupunkikortilla joulukuun 2002 alussa. Dual interface korttien tekniikka ja 'Combi Fare'-tekniikka testataan tässä vaiheessa. Tämän testivaiheen päätavoitteena oli taata, että teknologia-alusta, ISO 14443-lukijat ja kortit toimivat linja-autossa vaikuttamatta olemassa olevaan korttijärjestelmään sekä testata käytönotettua Combi Fare- lipun rakennetta.

Ensimmäiset tulokset osoittavat, että ISO-standardin mukaisia dual interface -kortteja voidaan käyttää alustan osana myös joukkoliikenteessä. Erilaisten teknologioiden käyttö samassa alustassa aiheuttaa joitain viivytyksiä kortin käsittelyssä ja vaikuttaa osin myös 13,56 MHz teknologian luku- ja kirjoitusetäisyyteen. Korttitoimintojen käsittelynopeus tämän hetken ISO-standardiin sopivilla komponenteilla ja korteilla on paljon hitaampi kuin muistikortit tai valmistajan omistamat teknologiat. Joka tapauksessa ISO-standardin mukaiset kortit kehittyvät aika nopeasti. Siksi uusien sovellusten tulisi olla ISO-järjestelmään yhteensopivia. On myös mahdollista rakentaa alusta, jossa erilaisia teknologioita voidaan käyttää samanaikaisesti. Näin siirtyminen nykyisistä teknologioista ISO-standardikortteihin voidaan tehdä joustavasti ja ilman pikaista päivitysprosessissa.

Pilotti jatkuu myöhemmin monisovellus dual interface -korteilla. Tässä vaiheessa sijoitetaan kortille myös sähköinen kukkaro. Kukkaroa voidaan käyttää kertalipun tai uuden kausilipun maksamiseen.

5.2 **Matkahuolto Tampere**

5.2.1 *Yleistä*

Hanke toteutettiin suunnitellulla tavalla vuoden 1998 aikana. Matkahuollon Tampereen kombikorttipilotti kehitettiin, testattiin ja toteutettiin erinomaisin tuloksin. Kaikki hankkeen tavoitteet saavutettiin.

4000 Easyflex kombikorttia, jotka mahdollistavat sekä etä- että kontaktikäsitteilyn valittiin ja testattiin Tampereella tuotantoympäristössä vuoden 1998 lopusta lähtien. Testin tarkoituksena oli osoittaa kombikortin tekninen ja toiminnallinen soveltuvuus ja kypsyys ennen sen käyttöä täysimittaisessa tuotantoympäristössä.

Päähäasteena oli toteuttaa olemassa oleva Matkahuollon kontaktikorttiin perustuva maksujärjestelmä valitulla Easyflex kombikortilla säilyttäen kontaktittoman maksamisen edellyttämä turvallisuus ja nopeus. Tavoitteet saavutettiin MTS-

järjestelmän rinnakkaisajomahdollisuuden avulla sekä hyvin kokeillun kontaktittoman ISO14443A Mifare teknologian avulla.

Luotettavuus ja turvallisuus säilyivät nykyisen järjestelmän tasolla nopean ja varman Mifare kontaktittoman korttijärjestelmän avulla.

Pilotti ei sinällään tuottanut ainuttakaan uutta lipputuotetta. Tavoitteena oli luoda mahdollisuus käyttää kaikkia niitä Matkahuollon lipputuotteita, jotka hyväksytään maksuvälineinä liikennöitsijöiden linja-autoissa.

Matkahuollon Tampereen testi oli menestyksellinen Mifaren-teknologian kokemusten ja hyvän turvallisuussuunnittelun kautta. Pilotin tulokset ovat osoittaneet, että asettaen tavoitteeksi yhteentoimivuus nykyisen kontaktikorttia käyttävän rahastusjärjestelmän kanssa, oli mahdollista saavuttaa kohtuullinen toimintataso.

5.2.2 Teknologian kuvaus

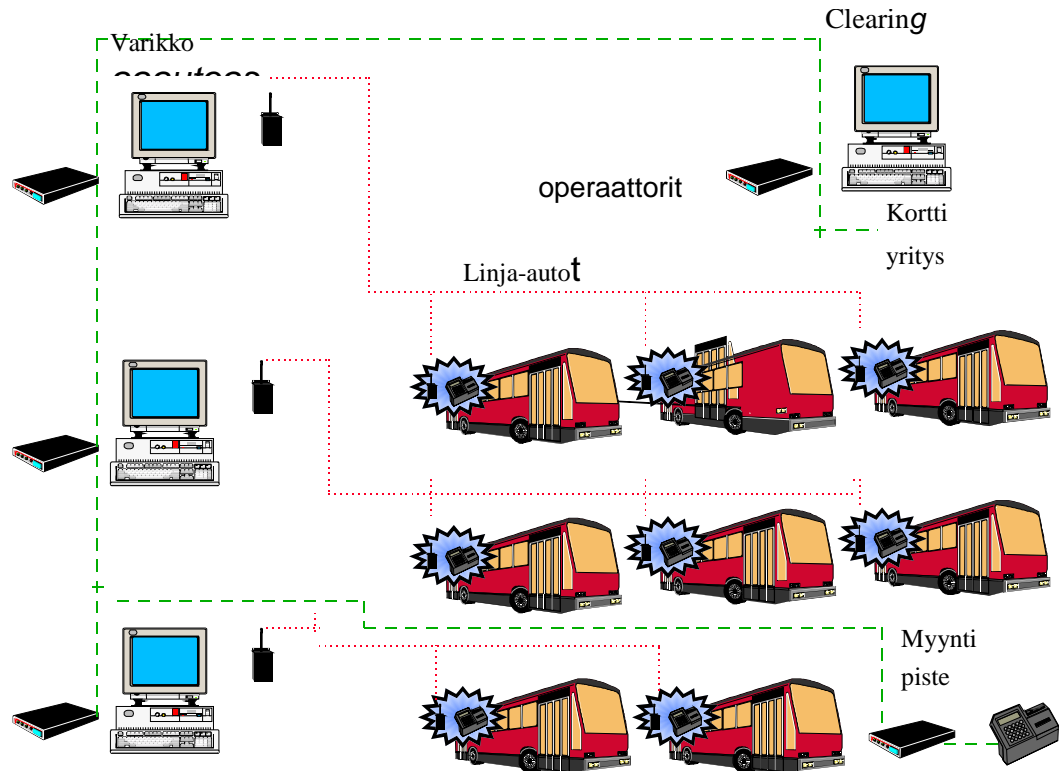
Matkahuollon ADEPT III Matkahuollon kenttäkokeen päätavoitteena oli:

- Käyttöönottaa Kombikortti alueelliseen sopimusliikenteeseen
- Saavuttaa nopeammat ja ergonomiset kontaktittomat toiminnot kaupunkiliikenteessä
- Mahdollistaa kaikkien Matkahuollon lippuina käyvien maksutapojen käyttö kontaktirajapinnan kautta
- Korkean turvallisuustason ylläpitäminen

Maksun keräysjärjestelmän

- 400 ajoneuvoa
- 50 myyntipistettä
- yli 100 000 toimintoa päivässä
- 170000 kontaktitonta korttia
- 4000 Kombikortteja

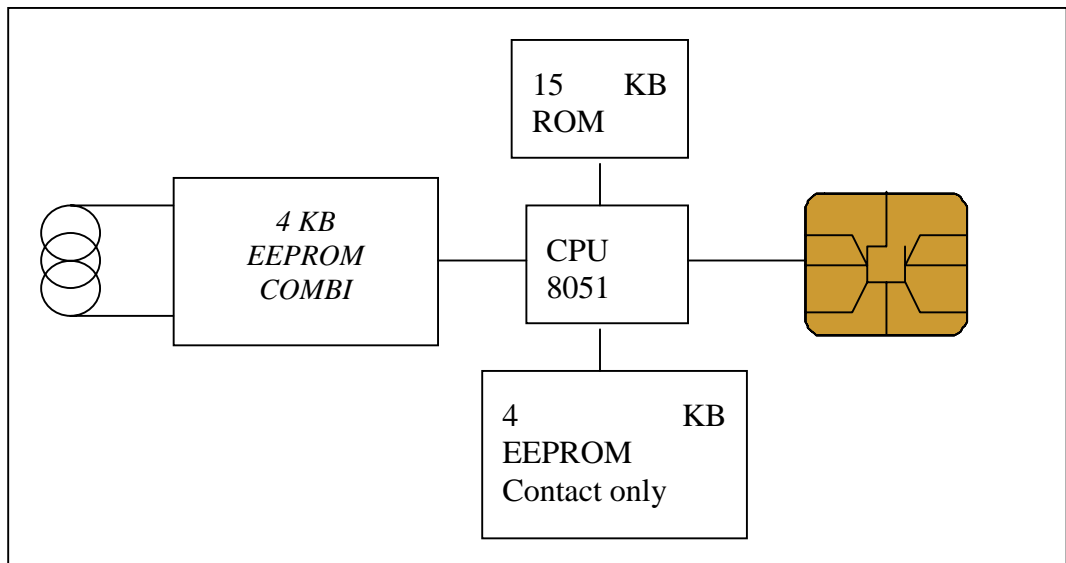
5.2.3 Perusmaksujen keräysjärjestelmän kuvaus



Kuva 17. Maksunkeräysjärjestelmä

Maksunkeräysjärjestelmä perustuu Intermarketing Oy:n MTS-Multi Ticketing järjestelmään. Sekä ajoneuvolaitteet että ohjelmistot on toimittanut Intermarketing Oy.

5.2.4 Easyflex Kombikortti



Kuva 18. Easyflex Kombi-kortti

- Nopea ja korkea turvallisuustaso

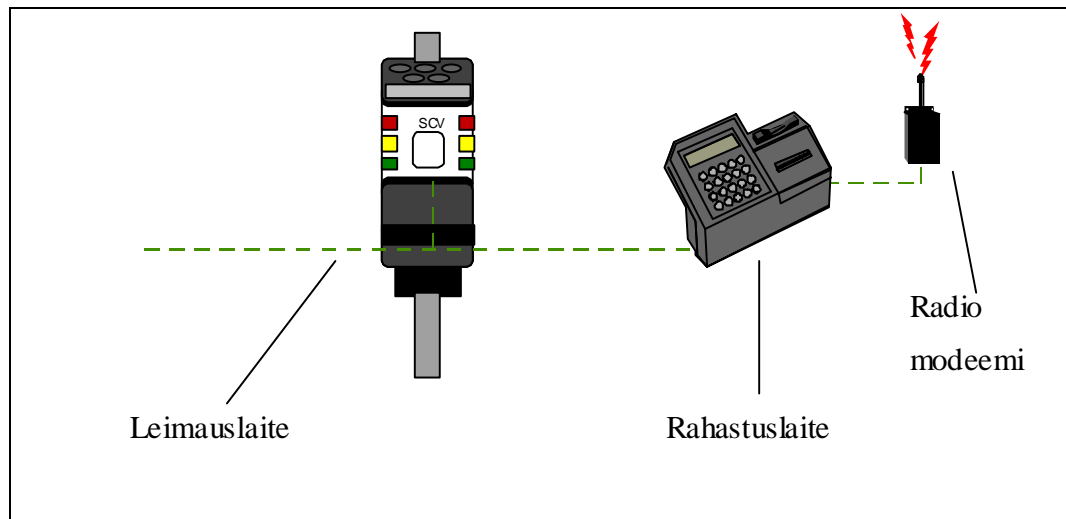
- Kortin käyttöjärjestelmä rajoittaa pääsyä kontaktittomalta puolelta EEPROMiin, joka on suojattu ainoastaan kontaktipuolelta tapahtuvaan käyttöön
- Mifaren nopea suojattu tiedostorakenne on käytettävissä kummankin rajapinnan kautta

Ominaisuudet

100% Mifare-järjestelmän kontaktittoman korttijärjestelmän mukainen

- Ei paristoa
- ISO 7810 yhteensopiva
- Yhteensopiva ISO1443 tyyppin A kanssa
- EEPROM. 4 kilotavua on jaettu 32 sektoriin
- Yli 100 000 kirjoituspiiriä
- Turvallisuus: kullakin piirillä on 48-tavuiset erilliset tunnuksset ja omat pääsyominaisuudet
- Suojakoodattu kommunikaatio. Vastaus suojaus
- Kolmisuuntainen kättely, jossa yhdessä tuotetut satunnaisluvut
- Törmäyksenestologiikka, joka sallii samanaikaisesti useamman kortin käytön lukijalaitteen lukukentässä.
- Tiedonsiirtonopeus 106 kilotavua sekunnissa
- Ohjelmoitava mahdollisuus 4:n kilotavun yhteiseen EEPROM lisämuistiin sekä kontakti että kontaktitonta rajapintaa .

5.2.5 Ajoneuvon sisäinen MTS-laitteisto



Kuva 19. Ajoneuvon sisäiset laitteet

Kuljettajan ETM- rahastuslaite ohjaa ajoneuvolaitteita. Se sisältää myös turva-moduulit.

Rahastuslaitteen kuvaus

-Intel 87C196KC, 16MHz 16-tavuinen mikroprosessori -suojattu ohjelmistomuisti 16kB

-Flash EEPROM ohjelmamuisti 1MB

-paristovarmistettu SRAM

-Integroitu kontakti- ja Mifare-älykorttilukija

-integroitu magneettinauhakortin lukija

-graafinen lämpökirjoitin

- kuljettajan näppäimistö

■ kuljettajan näyttö

■ asiakkaan näyttö

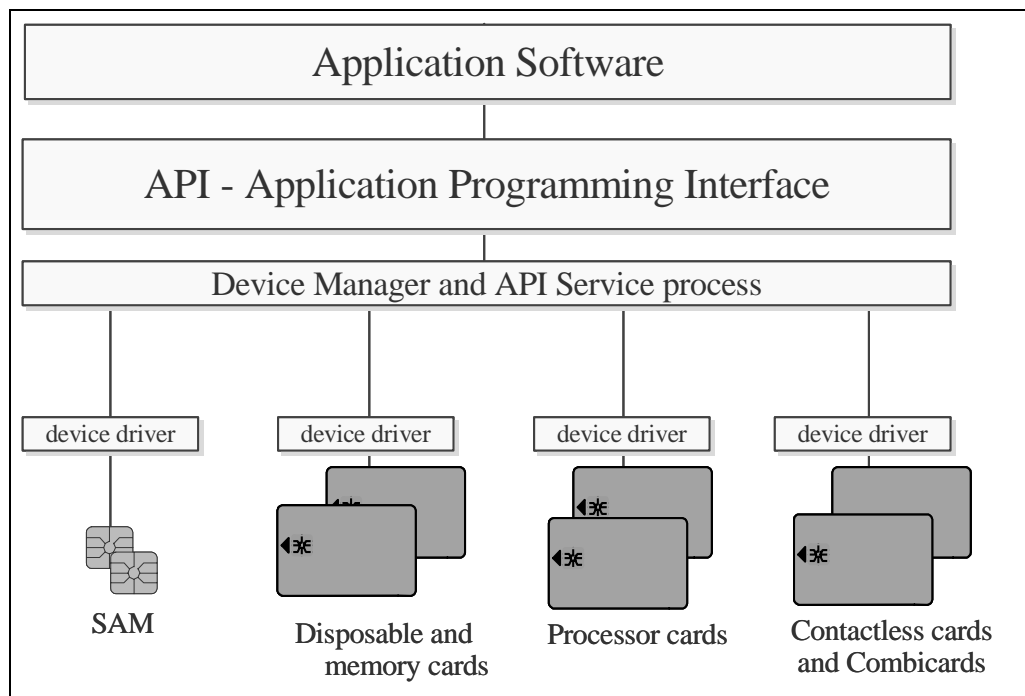
-ISO standardin mukainen kontaktiälykortti

SCV – kontaktittoman kortin lukijalaite prosessoi kontaktittomat toiminnot ja pyytää turvapalvelut ETM:ltä

Älykorttien lukijalaitteen kuvaus

- Intel 87C196KC,16MHz 16-tavuinen mikroprosessori
- suojattu ohjelmistomuisti 16kB
- Flash EEPROM ohjelmistomuisti 1MB
- paristovarmennettu SRAM
- Mifare älykortin lukija ja antenni
- asiakasnäyttö

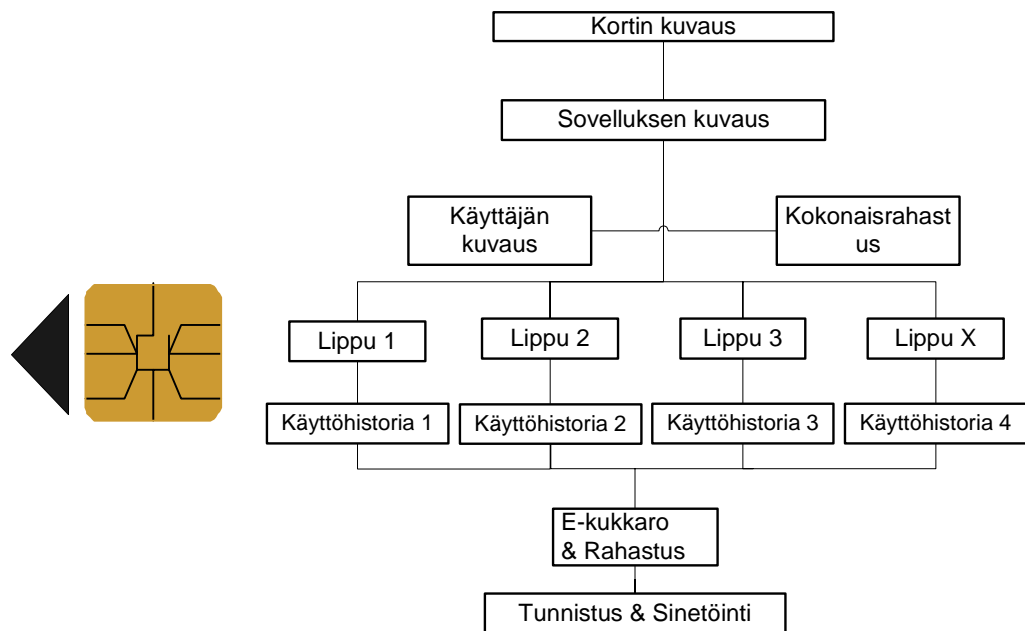
5.2.6 MTS –Basic ohjelmiston kuvaus



Kuva 20. MTS-Basic ohjelmisto

MTS-järjestelmän rakenne mahdollistaa erilaisten korttien samanaikaisen käytön. Kaikkia korttityyppejä muistikorteista kontaktittomiin toimikortteihin voidaan käyttää.

5.2.7 MTS –korttilipun kuvaus



Kuva 21. MTS-korttilippu

Järjestelmän ohjelmisto on kirjoitettu C-ohjelmointikielellä. Tämä tekee ohjelmiston kehityksen ja asiakaskohtaiset muutokset jatkossa joustavaksi.

5.2.8 Alueellisten lippujen perustyyppit

Alueellisia lippuja on kolmea tyyppiä:

- kausilippu
- sarjalippu
- arvolippu

Käyttöhistoria ja sulkua tarvittiin kuljetusten seurantaan ja rajoitettuihin lippuihin. Kontaktipuolen soveltuvuus oli ratkaiseva nopeustavoitteen kannalta.

5.2.9 Myynti- ja matkatapahtumien selvitys

Oy Matkahuolto Ab hoiti kaikki selvitys- ja korttitoiminnot. Kombikorttia varten ei ollut tarpeen kehittää omaa selvitystä.

5.2.10 Kortin käyttö

Asiakas hankkii kombikortin Matkahuollon myyntipisteestä, jossa kortille ladataan asiakkaan haluamat lipputuotteet. Myyntipisteinä ovat liikennöitsijän toiminta-alueen pisteet.

Asiakas voi lisäladata tuotteita jo käytössä olevaan korttiin Matkahuollon myyntipisteiden lisäksi mukana olevien liikennöitsijöiden busseissa. Bussissa lataus tapahtuu kontaktirajapinnan kautta.



Kuva 22. Kuljettajan laitteisto

Asiakas saattaa lippunsa voimaan lukijalaitteella. Lipun voi saattaa voimaan myös kuljettajan ETM-laitteessa.

Asiakas voi käyttää kaikkia Matkahuollon olemassa olevia tuotteita liikennöitsijöiden busseissa. Uudelleen lataaminen bussissa tapahtuu kontaktillisen rajapinnan kautta.



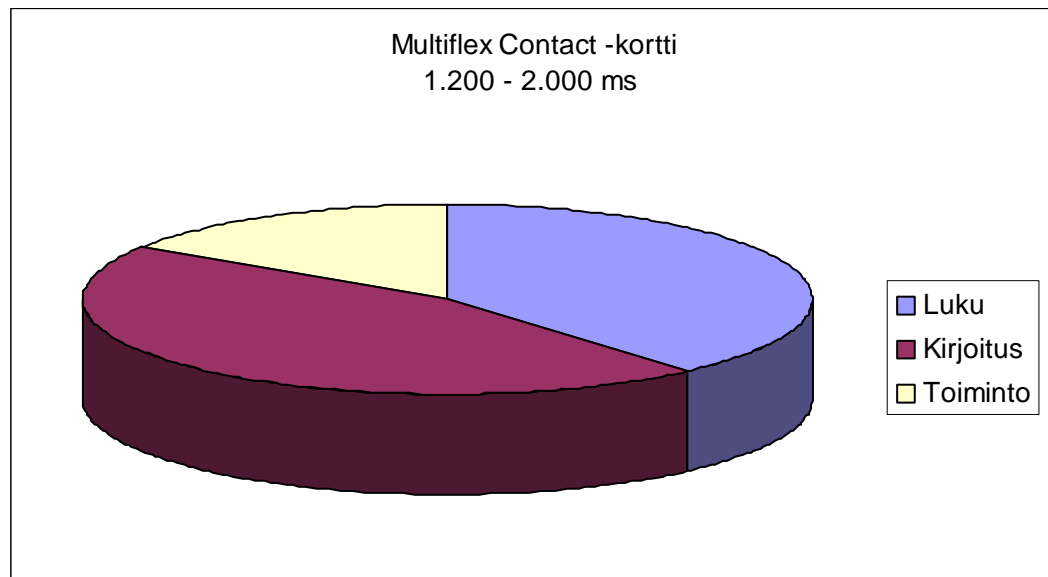
Kuva 23. Lukulaitteita

5.2.11 Suorituskyvyn arviointi ja mittaukset

Ajoneuvossa tapahtuvat toimittoja mitattiin sovellusohjelmistolla ja verrattiin kontaktillista ja kontaktitonta rajapintaa keskenään.

Matkustajan ergonomista lipun voimaan saattamista mitattiin ajastimilla, mutta koska ergonomista aikaa kuluu kortin asettamisen ja poistamiseen mitattiin lopullinen nopeus antenniliittimeltä, kun kortti oli näytetty.

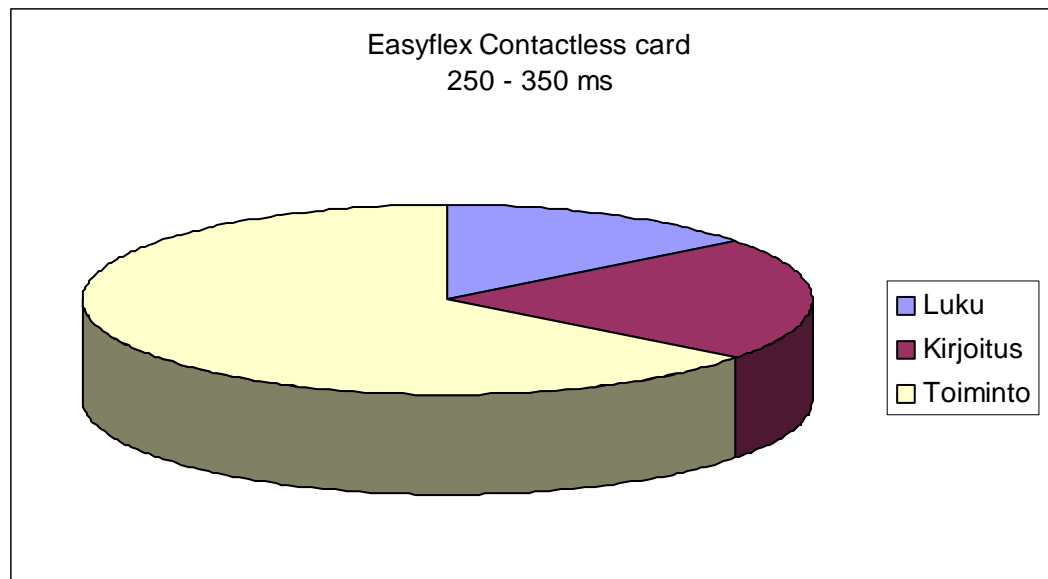
5.2.12 Kontaktikortin suorituskyky



Kuva 24. Multiflex Contact -kortti

Kokonaissuorituskyky riippuu parametrien ja korttien sisältämän tiedon koosta sekä kontaktirajapinnan hitaasta toiminnasta. Toimintonoisuus riippuu turvamo-
duulista ja toimintodatan koosta.

5.2.13 Kontaktittoman kombikortin suorituskyky

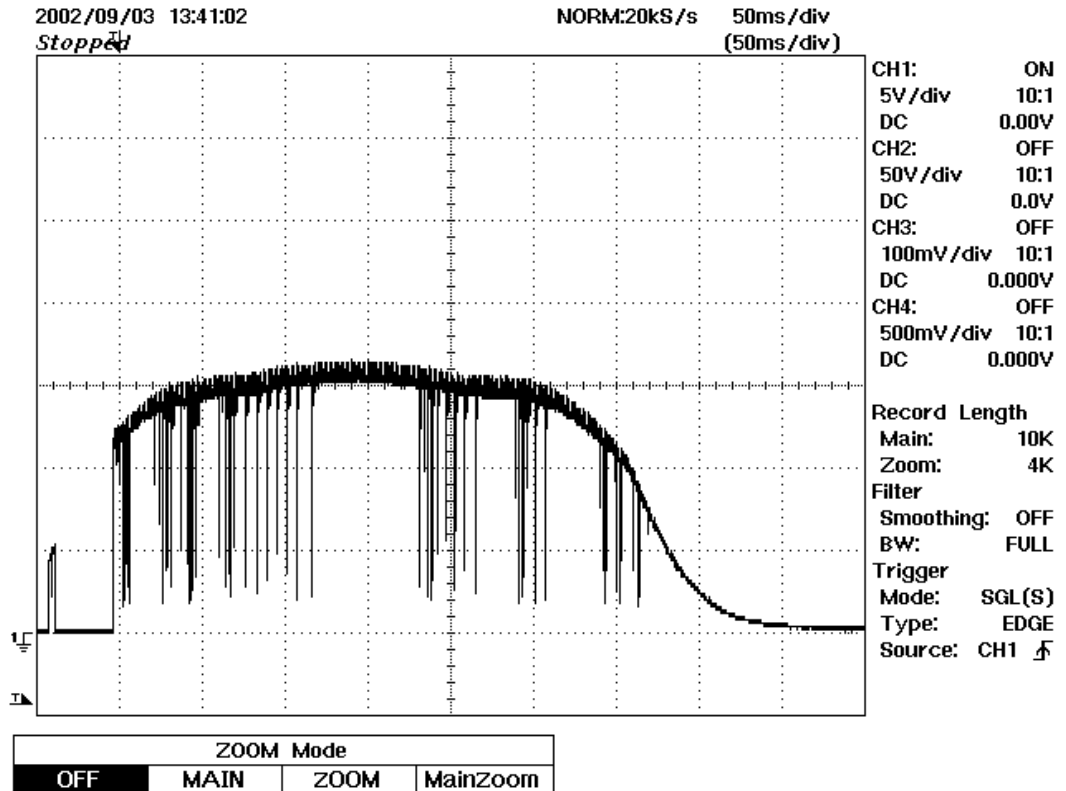


Kuva 25. Kontaktittoman kortin suorituskyvyn jakauma

Suorituskyky on parempi kuin kontaktillisella puolella nopeamman kontaktillisen rajapinnan sekä nopean tietorakenneformaatin vuoksi. Toiminnon lopullinen nopeus riippuu turvamoduulista ja toimintodatan koosta.

5.2.14 Lipun voimaan saattamisen suorituskyvyn mitta

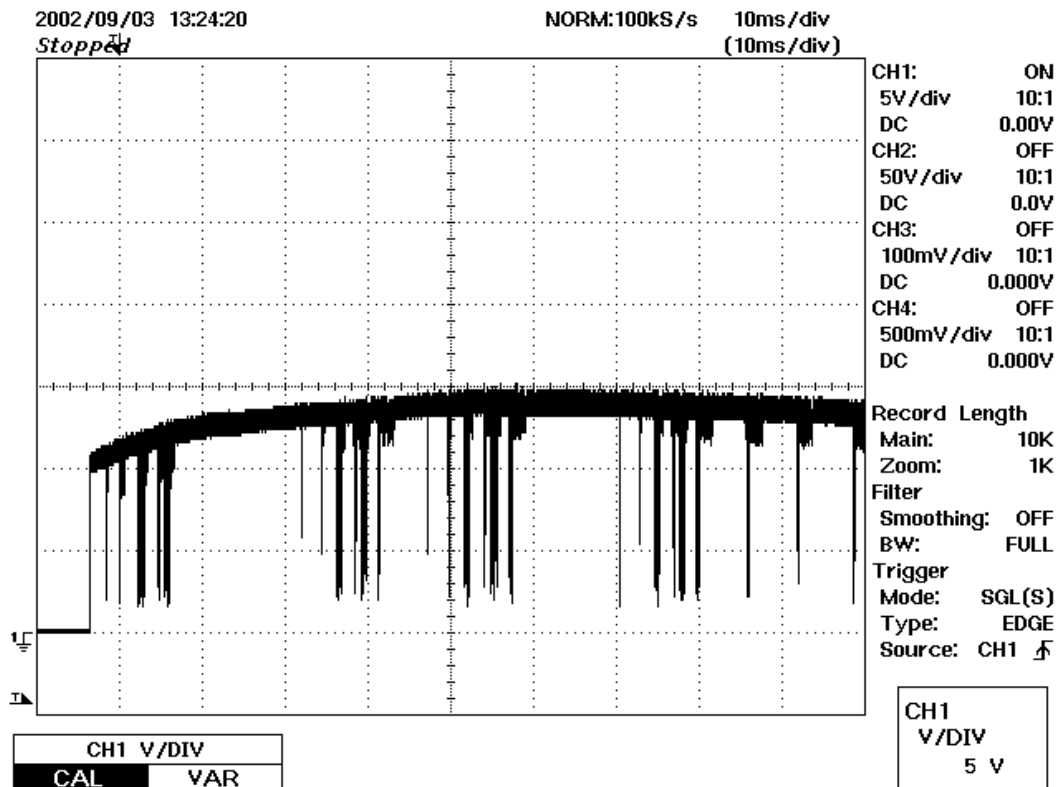
Tämä mitta tehtiin, koska mitattu toimintonopeus oli nopeampi kuin matkustajan tekemä kortin näyttö ja poisto. Antennin RF-yhteys ja toiminto mitattiin oskilloskoopilla, induktiosilmukan kautta kun korttia näytettiin ja poistettiin.



Kuva 26. Raskas lipun lukutapahtuma

Mitattu toiminto näyttää kuinka kortti havaitaan kun lukulaite lukee korttia ja kuinka nopeasti kortti tunnistetaan ja vastaus saadaan.

Toiminto tehdään ennen kuin kortti poistetaan antennin kentästä. Toiminto kestää 250 ms ja kortti on ollut antennin kentässä 350 ms.



Kuva 27. Kevyt lipun lukutapahtuma

Lipputoimintoja voidaan optimoida erittäin nopeaksi, jos kortille ei tarvitse kirjoittaa käyttöhistoriaa tai muuta dataa. Näin voidaan saavuttaa alle 100 ms toimintonopeus.

5.2.15 Johtopäätöksiä ja opittua

Tulokset ovat osoittaneet, että asettamalla tavoitteeksi yhteentoimivuuden kontaktikortin lipunmaksun kanssa ja nopeammalla kontaktittomalla kortilla oli mahdollista saavuttaa kohtuullinen suorituskyky. Tähän kuitenkin tarvitaan huolellista suunnittelua.

Yli 400 ms toimintoajat ovat kriittisiä eivätkä ole loppukäyttäjälle kovin käteviä, mutta ne voidaan kuitenkin hyväksyä. Ilman yhteensopivuuden vaatimusta ja parhaalla suunnitellulla kontaktittomalla rajapinnalla on mahdollista saavuttaa paremmat tulokset.

Alle 100 ms toimintoaika on mahdollista saavuttaa Iso14443 Mifare –teknologialla, joka on suunniteltu korkeaa turvallisuustasoa ja nopeita toimintoja varten.

Matkahuollon Tampere –pilotti oli menestyksellinen Mifare-teknologian ja hyvän turvallisuussuunnittelun ansiosta.

Dual interface -korttien kriittiset kohdat ovat:

- Turvallisuustaso

- Turvajärjestelmän nopeus
- Tietorakenne nopeita ja ergonomisia toimintoja varten
- sähköisen kukkaron toiminta jaetuilla sovelluksilla.

5.2.16 Työryhmä

Järjestelmän suunnittelu ja käyttöönotto perustui MTS-maksujärjestelmään.

Intermarketing Oy Raision ja Espoon Smart Card Programming -ryhmään kuuluivat:

- Projektikoordinaattori Pauli Mäkelä
- insinööri Esko Hakala
- insinööri Risto Falck
- ohjelmistoinsinööri Joel Pusa
- ohjelmistoinsinööri Reijo Tammisto

6 LÄHDEAINEISTO

1. Holm C. et al: ADEPT II, Description of the Helsinki-Finland Test Site and System Design, Helsinki 1996, Liikenneministeriö.
2. Korte, S. (1997). Julkisen liikenteen älykorttijärjestelmät. Liikenneministeriön julkaisuja 37/97.
3. Liikenneministeriö (1997). Kuntien henkilökuljetuskustannukset. Julkaisuja 40/97.
4. Liikenneministeriö. (1997). Kaupunkikorttihankeen väliraportti. Mietintöjä ja muistioita B: 7/97.
5. Liikenneministeriö. (1998). Liikenteen toimikorttijärjestelmät. Mietintöjä ja muistioita B: 3/98.
6. Liikenneministeriö (1998). Liikennetelematiikkahankkeiden arviointiohjeet. Liikenneministeriön julkaisuja 59/98.
7. Liikenneministeriö (1997). Public Transport Performance Statistics 1997. B 7/99.
8. Tilastokeskus. Linja-autoyrittysten tilinpäätöstietoja, 1994 – 1996.
9. Välimäki, S. (1998). Yhteenveto älykorttijärjestelmien vaikutus-tutkimuksista Suomessa. Liikenneministeriön julkaisuja 32/98.